



UNIVERSIDADE DO PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS, AMBIENTE E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

*Elaboração de mapa de estradas do território
Nacional*

Mário Maia

Relatório de Estágio para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Geográfica

PORTO, 2013

UNIVERSIDADE DO PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS, AMBIENTE E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

*Elaboração de mapa de estradas do território
Nacional*

MÁRIO RUI BRÁS RIBEIRO MAIA

Orientado pelo *Professor Doutor José Alberto Gonçalves*

Relatório de Estágio para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Geográfica

PORTO, 2013

AGRADECIMENTOS

Endereço os meus agradecimentos:

Ao meu orientador, Professor Doutor José Alberto Gonçalves, pelo orientação dedicação e apoio que demonstrou ao longo do estágio e durante o período de formação.

À empresa InfoPortugal, que me deu a possibilidade de realizar este estágio nas suas instalações, e fazendo uso de todo o material necessário. Em especial à Patricia Teixeira e à Catia Esteves por todo o apoio, dedicação e empenho que demonstraram ao longo de todo o estágio.

Aos meus professores e colegas de curso, que ao longo de todo o período de formação me apoiaram.

À minha família, em especial à Melanie e ao Vicente que suportaram alguns dos períodos mais complicados, sempre com muita paciência.

RESUMO

A produção de um mapa nacional implica uma generalização cartográfica da informação a representar. Esta generalização consiste no tratamento de informação geográfica detalhada para ser representada numa escala de referência.

O objectivo deste trabalho consistiu na elaboração de um mapa de estradas do território nacional, envolvendo a generalização e simplificação da representação da informação.

Este estágio foi desenvolvido em ambiente empresarial na sede da empresa InfoPortugal, S.A., no âmbito do mestrado em Engenharia Geográfica, para o qual se propôs produzir um mapa de estradas do território Nacional.

Foi feito um estudo das etapas do trabalho a realizar, que tipos de informação deveriam ser utilizados e que processos deveriam ser empregues em cada uma das etapas, assim como o estudo de mecanismos de generalização e simplificação. O processo de generalização cartográfica foi efectuado com base em duas abordagens. A primeira foi uma abordagem não automática, usando o software ArcGIS 9.3, onde toda a simplificação e generalização foram executadas de forma não automática e editadas caso a caso, tal como era feito anteriormente na empresa. A segunda abordagem, semi-automática, foi feita fazendo uso do software ArcGIS 10.1, onde todos os processos de generalização e simbolização, são feitos de forma quase automática sendo apenas necessária alguma edição pontual e controlo de qualidade do processo semi-automático.

No que respeita à representação e "labeling" dos "layers" cartográficos, foram usados alguns processos automáticos para o fazer, processos estes igualmente existentes no software ArcGIS 10.1.

O produto final do trabalho foi um mapa de estradas de quase todo o território nacional onde foi feita a representação temática dos "layers" cartográficos. Concluiu-se que quer a generalização cartográfica quer a rotulação baseados em processos semi-automáticos, podem ser bastante úteis no fluxo de trabalho da empresa, pois permitem uma redução significativa no tempo de elaboração de um mapa.

Palavras-chave: Cartografia, Generalização Cartográfica, Simbolização, SIG, Labeling

ABSTRACT

The production of a national map implies a generalization of cartographic information to represent. This generalization consists in treating detailed geographic information to be represented on a scale of reference.

The aim of this study was to draw up a road map of the country, involving generalization and simplification of representation.

This stage was developed in the business environment at company headquarters InfoPortugal, SA., under the master's degree in Surveying Engineering , for which it is proposed to produce a road map of the national territory .

Initially a study was made of the stages of work involved, what types of information should be used and what processes should be employed in each of the steps, as well as the study of mechanisms of generalization and simplification. The Cartographic Generalization process was based on two approaches. The first was a manual approach, using the software ArcGIS 9.3, where all the simplification and generalization were performed manually, as was previously done in the company. The second approach , semi - automatic , was done by making use of the software ArcGIS 10.1 , where all the processes of generalization and symbolization are made almost automatically and only requires some manual edition .

On the representation and labeling of cartographic layers, are analyzed some automatic processes to do it, these processes also exist in ArcGIS 10.1.

The end product of the work was a road map of almost all the national territory was made where the thematic representation of all cartographic layers. It was concluded that both the cartographic generalization and labeling, based on automatic processes, can be useful in the workflow of the company, as they allow a significant reduction in time to make a map.

Keywords: Cartography, Cartographic Generalization, Symbolization, GIS, Labeling

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	V
RESUMO.....	VI
ABSTRACT.....	VII
GLOSSÁRIO.....	XIV
CAPÍTULO I.....	15
ENQUADRAMENTO DO TRABALHO.....	16
OBJECTIVOS DO TRABALHO.....	17
ESTRUTURA DO RELATÓRIO.....	17
CAPÍTULO II.....	19
1. DEFINIÇÕES E CONCEITO DE CARTOGRAFIA.....	20
2. COMUNICAÇÃO CARTOGRÁFICA.....	21
3. MAPAS E CARTAS.....	21
3.1. Conceitos e definições	21
4. GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA.....	22
4.1. Objetivos da generalização	22
4.2. Conceito de generalização cartográfica.....	23
4.3. Processos de generalização.....	25
4.3.1. Generalização Semântica	25
4.3.2. Generalização Geométrica	28
4.4. Generalização no ArcGIS 10.1	31
CAPÍTULO III.....	34
1. CONTEÚDOS E CARACTERÍSTICAS ESTABELECIDOS.....	35
1.1. “Layers” Cartográficos	35
1.1.1. Eixos de via	35
1.1.2. Povoações.....	36
1.1.3. Pontos de Interesse.....	36
1.2. Sistema de coordenadas.....	38
1.3. Dimensões do Mapa.....	39
CAPÍTULO IV.....	40
1. EDIÇÃO MANUAL.....	41
1.1. Seleção e Classificação	41
1.2. Simplificação e Smoothing	46

CAPÍTULO V.....	50
1. EDIÇÃO SEMI-AUTOMÁTICA.....	51
1.1. Merge Divided Roads.....	51
1.2. Collapse Road Detail.....	53
1.3. Thin Road Network.....	54
1.4. Simplify Line e Smooth Line	58
1.5. Resolve Road Conflicts	59
1.6. Propagate Displacement	59
1.7. Create Overpass	60
2. “LABELING”.....	65
2.1. Conceitos Essenciais sobre “labeling” no ArcGIS 10.1	65
2.2. “Labeling Toolbox”.....	65
2.3. “Labeling” dos “layers” Cartográficos	66
2.4. “Convert Labels to Annotation”.....	78
CAPÍTULO VI.....	81
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82
CONTRIBUTO PARA A EMPRESA.....	84
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
Bibliografia Complementar	85
ANEXOS.....	87
Anexo 1 - Simplify Line	88
Anexo 2 - Smooth Line	90
Anexo 3 - Merge Divided Roads	91
Anexo 4 - Collapse Road Detail.....	92
Anexo 5 - ThinRoad Network.....	93
Anexo 6 - Resolve Road Conflicts	94
Anexo 7 - Propagate Displacement	95
Anexo 8 - Create Overpass	96
Anexo 9 - Base de Dados disponibilizada pela InfoPortugal	98
Anexo 10 - Placement Properties – Hidrografia.....	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo dos operadores classificação e simbolização [1].	26
Figura 2 - Exemplo do operador de seleção [1].	27
Figura 3 - Exemplo do operador agregação [1].	28
Figura 4 - Exemplo do operador de simplificação [1].	29
Figura 5 - Exemplo do operador de Suavização.	29
Figura 6 - Exemplo do operador de colapso [1].	30
Figura 7 - Exemplo do operador de tipificação [1].	30
Figura 8 - Exemplo do operador de exagero [1].	31
Figura 9 - Exemplo do operador de deslocamento [1].	31
Figura 10 - Esquema simplificado do fluxo da generalização no ArcGIS 10.1.	32
Figura 11 - Classificação e simbologia do “layer” das povoações	36
Figura 12 - Simbologia adoptada para as Áreas Protegidas.	37
Figura 13 - Simbologia adotada para os Caminhos-de-ferro.	38
Figura 14 - Simbologia adoptada para a fronteira com Espanha.	38
Figura 15 - Dimensões do mapa final.	39
Figura 16 - Exemplo de valores obtidos para a relação Perímetro/Área.	42
Figura 17 - Exemplo de polígonos identificados como áreas as eliminar.	43
Figura 18 - Eixos de via originais (fig. da esquerda) e eixos de via tratados (fig. da direita).	44
Figura 19 - Eixos de via originais.	46
Figura 20 - Exemplo de representação dos cruzamentos, e afastamento das vias.	46
Figura 21 - Parâmetros adotados para a ferramenta “Simplify Line”.	47
Figura 22 - Parâmetros adotados para a ferramenta “Smooth Line”.	47
Figura 23 – Eixos de via originais.	47
Figura 24 - Eixos de via com simplificação de 200m.	47
Figura 25 - Eixos de via com simplificação de 400m.	48
Figura 26 - Eixos de via com simplificação de 600m.	48
Figura 27 - Eixos de via originais, após simplificação.	48
Figura 28 - Eixos de via suavizados com 200m de tolerância;	48
Figura 29 - Eixos de via suavizadas com uma tolerância de 400m.	49
Figura 30 - Estão representadas as vias suavizadas com uma tolerância de 600m.	49
Figura 31 - Environment Settings.	51
Figura 32 - Exemplo da ferramenta MDR.	52
Figura 33 - Exemplo da ferramenta Collapse Road Detail.	53

Figura 34 - Eixos de via originais (Escala: 1:365.000 , 250% Zoom).....	56
Figura 35 - Exemplo da ferramenta Thin Road Network com um parâmetro de 1800m (Escala: 1:365.000 , 250% Zoom).....	57
Figura 36 - Exemplo da ferramenta “Thin Road Network” com um parâmetro de 2500m (Escala: 1:365.000 , 250% Zoom).....	57
Figura 37 - Exemplo da ferramenta “Thin Road Network” com um parâmetro de 3750m (Escala: 1:365.000 , 250% Zoom).....	58
Figura 38 – Eixos de via após “Smoothing”	59
Figura 39 – Eixos de via após o uso da ferramenta Resolve Road Conflicts.....	59
Figura 40 - Eixos de via após o uso da ferramenta “Resolve Road Conflicts”.	60
Figura 41 – Eixos de via após o uso da ferramenta “Propagate Displacement”	60
Figura 42 - Convert Symbolology to Representation.....	60
Figura 43 - Estrutura final da geodatabase.	61
Figura 44 - Layer Properties - Representations.....	61
Figura 45 - Parâmetros de ferramenta "Create Overpass".	62
Figura 46 - Representação das passagens superiores sem a opção “Masking”.....	63
Figura 47 – “Masking Feature Classes”.	64
Figura 48 - Representação das passagens superiores, com a opção "Masking" ativa.....	64
Figura 49 – “Labeling Toolbox”.	66
Figura 50 – “Abbreviation Dictionaries”.	68
Figura 51 - Edição dos símbolos das povoações;	69
Figura 52 – Exemplo de “labeling” das Povoações para o Distrito de Aveiro	71
Figura 53 - POI's para o Distrito de Aveiro	76
Figura 54 – Exemplo das “labels” referentes às praias marítimas e cabos.....	78
Figura 55 - Convert “labels” to Annotation.....	79
Figura 56 - Representação final dos “labels” de todos os “layers” cartográficos.....	80

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação e simbologia dos eixos de via;.....	35
Tabela 2 - Descrição dos pontos de interesse e simbologia associada;.....	37
Tabela 3 - Thin Road Network [5]	55
Tabela 4 – “ <i>Placement Properties</i> ” - “labels” com o nome das vias.....	67
Tabela 5 – “ <i>Placement Properties</i> ” - “Labels” com os quilómetros entre cruzamentos.....	67
Tabela 6 – Classes de “label” definidas para os eixos de via.	68
Tabela 7 – Classes de “label”	70
Tabela 8 – “ <i>Placement Properties</i> ” - Povoações.	70
Tabela 9 – “SQL Querys” para as classes da Hidrografia.	71
Tabela 10 – “ <i>Placement Properties</i> ” - Hidrografia (Principais Rios).....	72
Tabela 11 – “ <i>Placement Properties</i> ” – Albufeiras das Barragens	72
Tabela 12 – Propriedades de texto e simbologia para as “labels” da Hidrografia.	73
Tabela 13 – Propriedades do texto para as “labels” das áreas protegidas.	73
Tabela 14 – “ <i>Placement Properties</i> ” – Areas Protegidas.....	74
Tabela 15 – “ <i>Placement Properties</i> ” - POI's	75
Tabela 16 - Propriedades do texto relativas à “label” das Serras.	76
Tabela 17 – “ <i>Placement Properties</i> ” - Serras de Portugal.	77
Tabela 18 - Propriedades do texto relativas às “labels” das Praias e Cabos.....	77
Tabela 19 – “ <i>Placement Properties</i> ” - Praias Marítimas e Cabos.....	78

ACRÓNIMOS/SIGLAS

AE – **A**uto-**E**strada

CMYK – **C**yan, **M**agenta, **Y**ellow, **B**lack.

CRD – **C**ollapse **R**oad **D**etail

EMF – **E**nhanced Windows **M**eta**F**ile

EN – **E**stradas **N**acionais

ESRI – **E**nvironmental **S**ystems **R**esearch **I**nstitute

GPS – **G**lobal **P**ositioning **S**ystem

IC – **I**terinário **C**omplementar

ICA – **I**nternational **C**artography **A**ssociation

IP – **I**terinário **P**rincipal

MDR – **M**erge **D**ivided Roads

PD – **P**ropagate **D**isplacement

POI – **P**oints **o**f Interest

RRC – **R**esolve **R**oad **C**onflicts

SIG – **S**istemas de **I**nformação **G**eográfica

SQL – **S**tructured **Q**uery **L**anguage

TRN – **T**hin **R**oad **N**etwork

UTM – **U**niversal **T**ransverse **M**ercator

GLOSSÁRIO

Atributo: Característica alfanumérica de uma entidade.

Dataset: Um conjunto de dados relacionados, usualmente agrupados ou guardados juntos.

Datum: Modelo matemático teórico da representação da superfície da Terra ao nível do mar utilizado pelos cartógrafos numa dada carta ou mapa.

Feature: Representação de um objecto real no mapa.

Geodatabase: Base de dados espacial usada principalmente para armazenar, consultar e manipular dados espaciais.

Label: É um pedaço de texto que é colocado automaticamente e baseado nos atributos de uma Feature.

Layer: Representação visual de um conjunto de dados geográficos num qualquer ambiente de mapas digitais.

Pseudo-nós: É um nó desnecessário numa geometria, que é compartilhado por apenas duas linhas.

Query: Consultas requeridas ao programa para que seja devolvido um conjunto de dados com determinadas características.

Shapefile: Ficheiro vectorial que contem dados geo-espaciais, geralmente usados por Sistemas de Informação Geográfica.

Toolbox: No ArcGIS, são objetos que contém ferramentas ou grupos de ferramentas de geoprocessamento.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

ENQUADRAMENTO DO TRABALHO

A **InfoPortugal** é uma empresa de conteúdos digitais e soluções tecnológicas de geo-localização, dedicada aos mercados de SIG e da mobilidade.

Fundada em 2001, e desde 2007, pertencente ao grupo IMPRESA, criou nomeadamente a marca e o software de navegação NDrive, de modo a fornecer aos utilizadores soluções úteis para navegação, com acesso a mapas detalhados e informação de locais de interesse. Atualmente, colabora com diversas instituições e empresas nacionais e internacionais e concebe projetos à medida que se caracterizam quer pela produção e levantamento de dados georreferenciados, quer pelo fornecimento da solução global, integrando os dados que produz em portais e aplicações. Com uma vasta experiência e aprofundados conhecimentos no setor, oferece ainda formação e consultoria em SIG.

Detentora de uma base de dados geográficos única em Portugal, completa, detalhada, em constante atualização e com georreferenciação de mais de 130000 pontos de interesse, a InfoPortugal tem um conhecimento aprofundado do país, o que constitui uma mais-valia da empresa. Produz e comercializa dados cartográficos, de pontos de interesse, conteúdos multimédia de visualização turística, mapas e roteiros turísticos, quer em papel, quer em formatos interativos, modelos 3D de cidades e regiões, assim como fotografia aérea digital.

A empresa desenvolve também projetos à medida, conseguindo chegar a várias áreas de negócio e apresentar soluções integradas e inovadoras que permitem ao cliente visualizar e integrar conteúdos georreferenciados em várias plataformas, passando do papel para a web, dispositivos móveis, equipamentos de navegação e até ecrãs interativos.

A elaboração de mapas assume um papel fundamental na estrutura da empresa. Como tal, a empresa “investiu” numa forma de otimizar o processo de elaboração de mapas em papel, preservando o rigor que distingue a InfoPortugal.

OBJECTIVOS DO TRABALHO

O principal objetivo deste trabalho a elaboração de um mapa de estradas de todo o território nacional, envolvendo: representação temática dos “layers” cartográficos, generalização de dados, simplificação da representação da informação. Era também considerado um aspeto inovador, o estudo de mecanismos de futuras atualizações, mantendo as camadas de informação base, e adaptando o mapa as necessidades dos clientes.

Em seguida é apresentado o plano de trabalhos proposto.

<div>Plano de trabalhos</div>	<ul style="list-style-type: none"> Estudo prévio das etapas do trabalho a utilizar e dos processos a utilizar em cada uma delas. Estudo de mecanismos de generalização e simplificação Representação temática dos diferentes “layers” cartográficos. Teste de atualização de informação.
-------------------------------	--

ESTRUTURA DO RELATÓRIO

Serve o presente tópico para descrever sucintamente o conteúdo de cada capítulo deste relatório, de modo a facilitar a sua leitura. Este relatório é composto por VI capítulos, que estão divididos em vários subcapítulos.

No primeiro capítulo é apresentado o enquadramento do trabalho relativamente à empresa onde foi feito o estágio, assim como os objetivos e a estrutura do relatório.

No segundo capítulo é feita uma breve introdução ao tema da Cartografia, mais propriamente à generalização cartográfica, onde são apresentados os processos de generalização.

O terceiro capítulo apresenta os conteúdos e as características estabelecidas que irão constar no mapa final, assim como a simbologia estabelecida para cada um dos “layers” cartográficos.

Como a generalização e simplificação foram feitas com base em duas abordagens diferentes, e apesar de no mapa final apenas terem sido utilizados os dados provenientes da generalização semi-automática, foram apresentadas as duas formas em dois capítulos distintos.

Serve o capítulo IV, para descrever todos os processos de generalização manual fazendo uso da versão 9.3 do software ArcGIS, enquanto que o capítulo V serve para apresentar os processos de generalização semi-automática, em que foi usada a nova versão (ArcGIS 10.1). Ainda no capítulo V é descrito todo o processo automático de “labeling”, e onde são apresentadas as propriedades para o posicionamento das “labels” de cada um dos “layers” representados,

No Capítulo VI são expostas as considerações finais, e onde é feita uma análise crítica sobre os objetivos propostos. É também feita uma análise global de todo o trabalho realizado e analisados quais os contributos do estágio para a empresa.

CAPÍTULO II

CARTOGRAFIA

1. DEFINIÇÕES E CONCEITO DE CARTOGRAFIA

Cartografia é uma palavra derivada do grego “Graphein”, que significando a escrita ou descrita, e do latim “charta”, papel, demonstra, portanto uma relação de proximidade com a apresentação gráfica da informação, através da sua descrição em papel. Este termo foi introduzido pelo historiador português Visconde de Santarém, em 1839.

O conceito de cartografia atribui a sua atividade o carácter de ciência e arte que se propõe a representar através de mapas, cartas, plantas e outras formas gráficas os diversos ramos do conhecimento do homem sobre a superfície terrestre. É ciência quando esta utiliza o apoio científico da astronomia, da matemática, da física, da geodesia, da estatística ou de outras ciências para alcançar a exatidão necessária. Pode ser considerada arte, quando recorre à estética da simplicidade e da clareza, tentando atingir o ideal “artístico”.

Existem outras definições, mais complexas e mais actualizadas, que permitem uma visão mais aprofundada dos vários elementos, funções e processos que a compõem. Por exemplo a actualmente adoptada pela Associação Cartográfica Internacional (ICA) que descreve a Cartografia como: conjunto dos estudos e operações científicas, técnicas e artísticas que intervêm na elaboração das cartas a partir dos resultados das observações directas ou da exploração de documentação, bem como na sua utilização [8].

A utilização da cartografia, contribui no sentido da compreensão do Espaço Geográfico, possibilitando ao utilizador do mapa a percepção e a compreensão do território e do mundo em que vive. Estas novas funções, na actualidade, revelam uma reversão na forma de pensar a linguagem cartográfica, a qual extrapola as atividades relacionadas ao controlo e ao domínio territorial, bem como as questões relativas à simples localização, posicionamento e planeamento dos fenómenos. Estas novas potencialidades possibilitam a inclusão do utilizador final, no processo de compreensão social [8].

O uso de mapas e cartas é um aspeto bastante desconsiderado pelos utilizadores da Cartografia, contudo ainda existem utilizadores a usar mapas e cartas, sem

conhecimentos cartográficos suficientes para obter o rendimento aceitável que o documento poderia oferecer.

2. COMUNICAÇÃO CARTOGRÁFICA

Todo o processo de comunicação consiste na transferência de informação entre uma pessoa ou grupo de pessoas para uma outra pessoa ou grupo de pessoas.

A Cartografia pode ser considerada um meio de comunicação gráfica, sendo que esta exige, como qualquer outro meio de comunicação escrita ou oral, um mínimo de conhecimentos por parte daqueles que a utilizam. Assim, podemos tomar a Cartografia como linguagem, isto é, uma forma de apresentar e representar a superfície terrestre e seus elementos através de um alfabeto próprio, o qual se utiliza símbolos, bem como de figuras geométricas (pontos, linhas e polígonos) na composição das suas mensagens [8].

A linguagem Cartográfica é praticamente universal, no sentido em que um utilizador com uma boa base de conhecimentos será capaz de interpretar de forma satisfatória um documento cartográfico, seja sob qual forma esteja se apresentando. A função principal de um mapa é a comunicação da informação.

3. MAPAS E CARTAS

3.1. CONCEITOS E DEFINIÇÕES

O termo mapa é utilizado em diversas áreas do conhecimento humano como um sinónimo de um modelo do que ele representa. Na realidade deve ser um modelo que proporciona uma visão privilegiada do mundo em que vivemos. Os mapas são apenas representações da realidade e não mostram mais do que uma pequena fracção da realidade. A representação desta pequena fracção pode conter erros e imprecisões que resultam de erros na aquisição da informação, pelo facto de esta se alterar ao longo do tempo e as limitações inerentes aos próprios métodos de representação [2].

A Cartografia vai fornecer um método ou processo que irá permitir a representação de um fenómeno, ou de um espaço geográfico, de tal forma que a sua estrutura espacial

será visualizada, permitindo que se infira conclusões ou experimentações sobre a representação [3]. Os mapas caracterizam uma forma eficaz de armazenamento e comunicação de informações que possuem características espaciais, abordando tanto aspectos naturais (físicos e biológicos), como sociais, culturais e políticos.

Chama-se mapa a uma qualquer representação plana da superfície Terrestre, ou de outro corpo celeste, onde são representadas as posições relativas de objetos. Esta representação é sempre feita para uma determinada escala e numa determinada projeção [2].

Na Idade Média, onde a palavra “mapa” teve origem, esta era empregue apenas para designar representações Terrestres. Ao contrário do que acontece em Portugal, em que o termo carta é utilizado para qualquer tipo de mapa independentemente da sua finalidade.

O suporte mais usual deixou de ser o das cartas em papel, pois os SIG têm provocado mudanças profundas na forma como é tratada a informação. Os mapas em papel continuam a ser uma forma importante de apresentar informação geográfica.

As cartas destinam-se em geral, a registar e a transmitir informação sobre as entidades físicas, naturais ou artificiais, assim como sobre as relações espaciais existentes entre elas. Atualmente são produzidas cartas dos mais variados tipos e para os mais variados propósitos que são classificadas através das suas características ou funções.

4. GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA

4.1. OBJETIVOS DA GENERALIZAÇÃO

Os objetivos da generalização são basicamente, tentar preservar padrões geográficos e dar destaque a informação temática de um mapa. Existem várias considerações múltiplas que motivam a generalização no âmbito da cartografia, podem ser elas motivações teóricas, motivações computacionais, ou algum facto específico.

No caso das motivações teóricas, a generalização ajuda a contrariar as consequências inconvenientes da redução da escala de um mapa.

Ao considerar que é aplicado a elementos específicos, tenta, de certa forma, focar-se no objetivo do mapa, nos possíveis utilizadores e na forma como este pode transmitir a informação pretendida.

Numa perspetiva computacional, tenta encontrar-se o equilíbrio certo, entre algoritmos, máxima redução de dados e memória mínima ou exigências de disco.

Não há nenhuma ferramenta para propagar actualizações numa série de conjuntos de dados obtidos por generalização, os processos de regenerar conjuntos de dados são caros e requerem muito tempo. Quanto menor for a escala, mais curto se torna o período de actualização. Desta forma, se uma empresa de cartografia pretender manter apenas uma versão de escala, isso implica que frequentemente deva ser actualizada com uma maior precisão geométrica de forma a poder responder às necessidades de actualização de todas as outras escalas menores.

4.2. CONCEITO DE GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA

A generalização é um processo de representação seleccionada e simplificada de detalhes apropriados à escala e/ou aos objetivos do mapa final. De uma forma geral, pode ser vista como o processo que através de métodos como a seleção, classificação, esquematização e harmonização, reconstitui a realidade da distribuição espacial que se deseja representar. Então, o processo da generalização requer a seleção das entidades que são essenciais à finalidade e à representação do mapa numa forma informativa, legível, e perceptível. A informação contida no mapa pode sofrer perdas, truncamentos e até mesmo não poder ser representada, face às restrições que são impostas através da escala de representação

Define-se como um processo de ajustamento de conteúdo e gráfico de informação com a finalidade de melhorar o uso de dados geográficos a um nível mais elevado da percepção visual de entidades espaciais e/ou temporais. A utilização de dados geográficos está organizada por aplicações e por grupos de utilizador, enquanto a percepção visual da informação espacial for principalmente dependente de factores tais como a escala do mapa, relação entre as dimensões de um objeto no mapa e seu

tamanho real, da resolução do monitor, o menor objecto que pode ser representado no monitor e de capacidades cognitivas dos receptores da informação.

A generalização é um procedimento que está sempre dependente da razão entre as escalas envolvidas, escala do mapa original e mapa final. A necessidade de generalizar está dependente da razão entre as duas escalas, quanto maior for esta razão existe uma maior necessidade de generalizar os objetos representados no mapa.

Neste processo cartográfico, as transformações cognitivas mais importantes são a generalização e a simbolização. Estas transformações realizam uma adaptação da informação geográfica, seleccionando, eliminando o que não é importante representar, por forma a classificar a informação e representando-a através de uma simbologia apropriada, que seja adequada aos objetivos propostos para o mapa. Estes devem estar de acordo com o tema representado, pelas características da área geográfica, pela natureza das informações disponíveis e de acordo com a escala final do mapa. Um mapa representa um fenómeno para uma determinada escala, face a sua ocorrência no mundo real.

É possível diminuir a escala do mapa reduzindo de forma simples e proporcional a área dos objetos, mas não indefinidamente. Assim os objetos de menor importância devem ser eliminados ou combinados com os objetos próximos, na mesma classe de objetos, e os mais importantes podem ter que ser exagerados. O procedimento aponta para reduzir a quantidade de informação apresentada, para criar uma comunicação mais clara.

Para que seja possível derivar de uma Base de Dados Geográficos um conjunto de dados cartográficos para a execução de um mapa é necessário haver uma transformação espacial e/ou de atributos. Estas transformações/operações são geralmente chamadas de operadores de generalização.

Além da escala, a escolha dos símbolos com que a realidade é representada no mapa também deve ser tida em conta na seleção dos métodos e da extensão da generalização. Existem algumas aplicações que podem ser usadas para a generalização, porém nalguns casos é preferível usar a apreciação humana aos

resultados obtidos pelos algoritmos. Um cartógrafo experiente pode tomar decisões mais corretas que, na maioria das vezes, não podem ser sistematizadas por programas de computador, tendo ainda em consideração todos os fatores, desde regras cartográficas a prioridades entre as entidades e legibilidade obtida.

Identificar, analisar e definir níveis apropriados de complexidade é, talvez, o problema mais difícil no processo de generalização, pois isto requer que os vários processos de generalização sejam aplicados simultaneamente ou interativamente.

4.3. PROCESSOS DE GENERALIZAÇÃO

Quanto aos processos de generalização existentes, distinguem-se dois tipos de generalização, a generalização geométrica e a semântica. A diferença entre as duas é relacionada aos métodos do processo de generalização. A generalização semântica aborda o aspecto da seleção da informação a representar, que depende essencialmente do conhecimento dos conceitos geográficos. No que diz respeito à generalização geométrica, faz a ligação entre a generalização semântica e o processo de simbolização da informação. Realiza transformações, através de operações dentro do nível da representação gráfica, com objectivo de clarificar a informação cartográfica representada no mapa.

4.3.1. GENERALIZAÇÃO SEMÂNTICA

A generalização semântica procura estabelecer o que deverá ser representado no mapa final, em termos de uma classificação e agregação da informação pretendida. A definição da informação geográfica relevante para atingir os objectivos do mapa final é feita através da classificação qualitativa. Esta classificação é abordada através de informação estruturada em domínios de ocorrência. Pode incluir-se na generalização semântica, a transformação de atributos, que engloba para além dos operadores classificação, agregação, também os operadores fusão, amalgamação e ainda o operador seleção, uma vez que é através deste que se seleccionam os objetos que serão representados no mapa final, este operador poder-se-á utilizar também na generalização geométrica.

Para este tipo de operadores é importante que exista uma estrutura hierárquica dos dados. As transformações de atributos manipulam os dados originais subjacentes que são usados para criar o mapa. Isto conduzirá a mudanças consequentes na apresentação das entidades no mapa.

- CLASSIFICAÇÃO E SIMBOLIZAÇÃO

O processo de simplificação é um dos processos mais importante na generalização, pois este tipo de transformação está relacionado com a forma como os objetos, que partilham características idênticas ou semelhantes, são agrupados em categorias de entidades (Figura 1). Este processo ajuda a reduzir de forma significativa o número de entidades específicas a representar e, assim, reduzir o nível de complexidade de um mapa. A classificação significa que muitos objetos individuais são agrupados numa classe que representa os seus atributos comuns ou cobertura dominante. No caso da cobertura dominante, a natureza original dos objetos pequenos será mudada. Esta operação de mudança da natureza é definida também como um tipo de amalgamação. O processo de classificação ajuda a organizar os objetos ou fenómenos em grupos que são representados usando a mesma simbologia. Por outro lado, a simbolização indica as mudanças que a relação entre o espaço e o símbolo representam, por exemplo, um grupo de edifícios de habitação, serem representados por um símbolo de área simples, onde é indicada a zona residencial. A simbolização origina geralmente uma mudança da dimensão geométrica, isto é, a transformação de uma área para uma linha, ou de uma área para um ponto, etc.

Ambos os processos de generalização têm como objetivo agrupar elementos que partilhem atributos geográficos semelhantes, atribuindo vários tipos de símbolos para refletir o agrupamento resultante da classificação em entidades significativas. Os símbolos adoptados devem ser escolhidos com algum cuidado, para que possam contribuir para mapas mais legíveis.

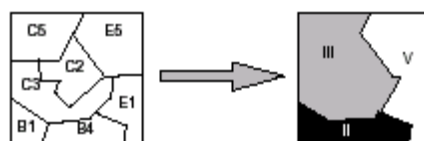


Figura 1 - Exemplo dos operadores classificação e simbolização [1].

- SELEÇÃO

Uma forma de reduzir a complexidade do mundo real é através do processo de seleção, no qual os objetos que não são pertinentes no mapa generalizado são eliminados. Existem diferentes opiniões sobre a seleção de objetos e atributos a serem apresentados num mapa. Há autores que consideram a seleção como um processo de generalização, não importa a forma como este é categorizado, desde que o processo de seleção seja executado ao criar um mapa e as escolhas estabelecidas irão afetar o mapa final. Outros autores consideram que a seleção não entra no processo de generalização, argumentando que este é um passo de pré-processamento necessário em ambas as transformações, quer de espaço, quer de atributos.

Geralmente, este operador pode também chamar-se de operador de eliminação, pois a seleção é aplicada com a finalidade de serem selecionadas as entidades cartográficas baseadas no seu significado relativo na área abrangida pelo mapa, tal como o significado administrativo, a conveniência de tráfego, frequência da ocorrência, tamanho, etc.

No entanto, estes critérios simples, podem não ser os mais corretos, devem ser avaliados vários critérios. Desta forma, o processo de eliminação é, a maioria das vezes, supervisionado e feito de forma manual.

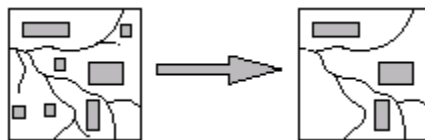


Figura 2 - Exemplo do operador de seleção [1].

- AGREGAÇÃO

Esta operação de generalização cartográfica na qual os pontos da mesma classe de entidades são combinados ou reunidos em entidades de classes de uma ordem mais elevada e são simbolizados como tal. Como este é um método de reclassificação, é reduzido o número de classes. Uma vez que as entidades estão generalizadas, é possível obter uma melhor clareza na representação.

Este processo permite combinar os objetos através da estrutura hierárquica quando a escala se torna menor, por exemplo a apresentação de dados dos Censos, onde a privacidade individual é primordial. A generalização semântica normalmente antecede a generalização geométrica.

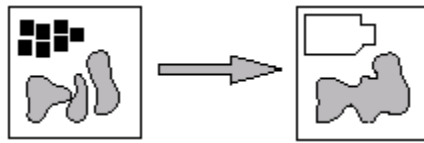


Figura 3 - Exemplo do operador agregação [1].

4.3.2. GENERALIZAÇÃO GEOMÉTRICA

O objectivo da generalização geométrica é que seja criado um mapa em que as características visuais sejam boas, para que haja uma comunicação eficaz. O nível de generalização geométrica e a simbolização utilizada devem preservar partes importantes dos dados e eliminar ou simplificar. A generalização geométrica está assim completamente ligada aos operadores que constituem as chamadas transformações espaciais, transformações, estas, que abrangem os operadores que manipulam a forma como os dados espaciais são apresentados graficamente, numa perspectiva geográfica ou topológica.

As operações que caracterizam a generalização geométrica, implicam modificações na forma como é estruturada graficamente a informação, visando a clareza da informação cartográfica. Existe também, uma estreita ligação com a generalização semântica, isto porque, dependendo do tipo de operação estabelecida, poderá ocorrer alteração na dimensão do objecto cartográfico representado. A generalização geométrica é então, uma forma de transformar graficamente objetos classificados e agregados no mapa. A complexidade de tais objetos pode ser ainda grande para apresentá-los claramente, especialmente quando a escala do mapa se torna menor.

- SIMPLIFICAÇÃO

A generalização cartográfica não é um processo que apenas elimina e selecciona dados, mas também faz uso do processo de simplificação, que é uma combinação de muitas operações incluindo a eliminação de pequenos objetos do mapa, da redução de pontos numa linha ou superfície, a suavização de linhas áreas, e ainda o ajuste da posição de cada ponto de uma linha de acordo com a posição dos seus pontos vizinhos e, desta forma, diminuir a angularidade e preservar as características geométricas.

A representação deve ser detalhada e clara, pois quando uma entidade é representada num mapa, o objectivo é encontrar o equilíbrio certo entre a minimização

do número de pontos dos dados, usados para exibir uma entidade e representar as características necessárias associadas a entidade. No caso dos eixos de via, o número excessivo de pontos obtidos na fase de digitalização deve ser reduzido seleccionando um subconjunto dos pontos originais, mantendo os pontos que garantem a correcta representação da entidade. Na Figura 4, pode ver-se um exemplo deste processo, em que o número de pontos representativos da linha são reduzidos, e são preservadas as características da linha.

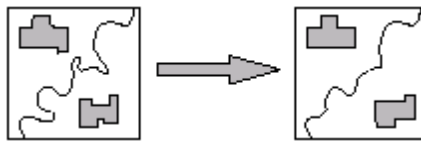


Figura 4 - Exemplo do operador de simplificação [1].

Este processo tem como objectivo a redução do detalhe dos objetos espaciais, e o processo da redução é o mais comum para objetos lineares e areais.

- SUAVIZAÇÃO

A suavização é também um processo de generalização, consiste numa forma de simplificar as características do mapa com base na remoção de pequenas variações na geometria de um objecto, de forma a melhorar a sua aparência para a escala final.

O objetivo deste alisamento é exibir uma linha muito menos complicada e de uma forma visualmente simples. Este processo adiciona nós ou vértices entre os pontos existentes de tal maneira que a linha inteira fica a parecer mais lisa. Geralmente uma versão suavizada permite obter uma representação estética mais agradável, mas existe a possibilidade de introduzir alguns deslocamentos relativamente à posição original.

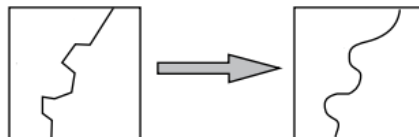


Figura 5 - Exemplo do operador de Suavização.

- COLAPSO

A operação de generalização chamada colapso, tem como objectivo reduzir a dimensão ou a representação de um objecto na sua extensão espacial, ou seja,

representa uma determinada entidade com uma redução de dimensão dessa entidade. Esta operação envolve a conversão da geometria, como a simplificação de um polígono para uma linha, ou de uma linha para um ponto. No exemplo apresentado na Figura 6, um rio que desagua num lago, quando a escala do mapa é reduzida, deixam de existir as margens do rio, e este é apenas representado como uma linha. Como o rio, que é representado por uma linha, alarga num lago que é representado por um polígono, existe um ponto de ramificação, onde os dois lados do rio podem ser delineados claramente.

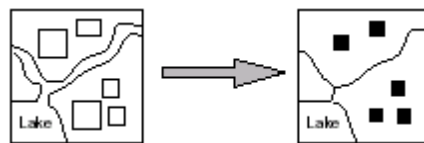


Figura 6 - Exemplo do operador de colapso [1].

- TIPIFICAÇÃO

Esta operação consiste em reduzir a densidade e o nível de detalhe, enquanto mantém o padrão de representação e impressão visual original. Entende-se por Tipificação a forma como um grande número de objetos discretos com formas similares são representados por um pequeno número de objetos que mantêm a mesma forma típica (Figura 7). Os objetos que passam por este processo têm que preservar as características iniciais da distribuição. Quando a escala do mapa não permite a representação geométrica exacta de uma entidade, aplica-se este operador de generalização. Em alguns casos, os pequenos objetos isolados de uma classe podem juntar-se noutra classe dominante, por exemplo, reduzir a importância do detalhe numa rede hidrográfica sem perder a percepção visual desta estrutura.

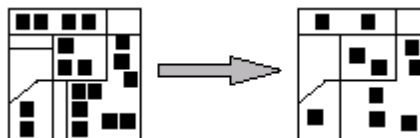


Figura 7 - Exemplo do operador de tipificação [1]

- EXAGERO

Quando vários objetos do mesmo tipo estão relativamente próximos entre si, a seleção e a simplificação estão frequentemente acompanhadas pelo processo de exagero. Esta transformação espacial é utilizada para aumentar a extensão de uma representação de um objecto, com o propósito de lhe dar ênfase e legibilidade. Isto é

frequentemente motivado pelo facto do tamanho físico, de muitos objetos do mapa, não permitir que estes sejam representados da forma mais conveniente e legível. O exagero consiste no realce gráfico de características significativas de entidades do mapa tais como a ampliação da largura de uma estrada, ou a ampliação de um edifício, etc. (Figura 8).

No caso de mapas de pequena escala, a maioria dos objetos que são importantes para serem representados são na realidade pequenos de mais, como é o caso de estradas secundárias, edifícios, viadutos ou pontes, em que a sua representação terá que ser exagerada.

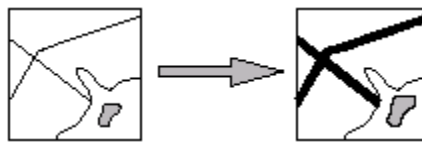


Figura 8 - Exemplo do operador de exagero [1].

- DESLOCAMENTO

O processo de generalização designado de deslocamento é usado para evitar que aconteça a união entre entidades, isto é, quando a colocação de duas ou mais entidades no mapa entram em conflito e os deslocamentos ou diferenças de posição são importantes para o utilizador do mapa final. O interesse nesta transformação é a capacidade de usar a simbolização de entidades mesmo quando as suas posições se sobrepõem ou ficam muito próximas.

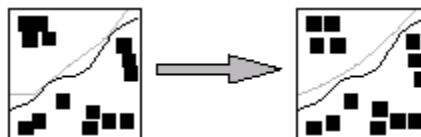


Figura 9 - Exemplo do operador de deslocamento [1].

4.4. GENERALIZAÇÃO NO ARCGIS 10.1

O ArcGIS é uma plataforma da empresa norte-americana ESRI, para criar, gerir e partilhar informações e análises geográficas, que, para além de um grande número de ferramentas para o tratamento e análise da informação geográfica, inclui nas suas versões mais recentes, ferramentas de generalização para processar os dados detalhados para exibição na Web ou imprimir em papel, mapas em várias escalas. O ArcGIS 10 introduziu um novo conjunto de ferramentas de generalização contextuais para as redes viárias e edifícios que eram inexistentes na versão 9.3.

Estas ferramentas permitem reduzir conflitos entre estradas e edifícios de forma razoavelmente simples.

Uma implicação deste formidável avanço é que a avaliação da qualidade e integridade de grandes quantidades de dados, resultantes da generalização, torna-se uma tarefa difícil e demorada. Até aos dias de hoje, em termos de controlo de qualidade, este tem sido feito, maioritariamente, de forma manual. Geralmente a experiência dos Cartógrafos permite-lhes inspeccionar visualmente os resultados do processo de generalização e compará-los aos dados originais. Áreas que possam parecer críticas, são identificadas e enviadas de volta para a equipa de desenvolvimento para posterior decisão e resolução da situação. Este tipo de abordagem pode ser bem-sucedida numa única folha de mapa, mas pode não resultar bem para grandes conjuntos de dados. Assegurando a qualidade do tratamento de generalização e a integridade dos conjuntos de dados resultantes só é viável se esta for acompanhada por um modo automatizado para avaliar os resultados.

À medida que têm surgido novidades para automatizar o processo de criação de mapas para várias escalas, a ESRI tem vindo a disponibilizar e a melhorar as soluções para simplificar redes viárias e edifícios, e resolver conflitos gráficos associados à sua distribuição e exibição em escalas menores.

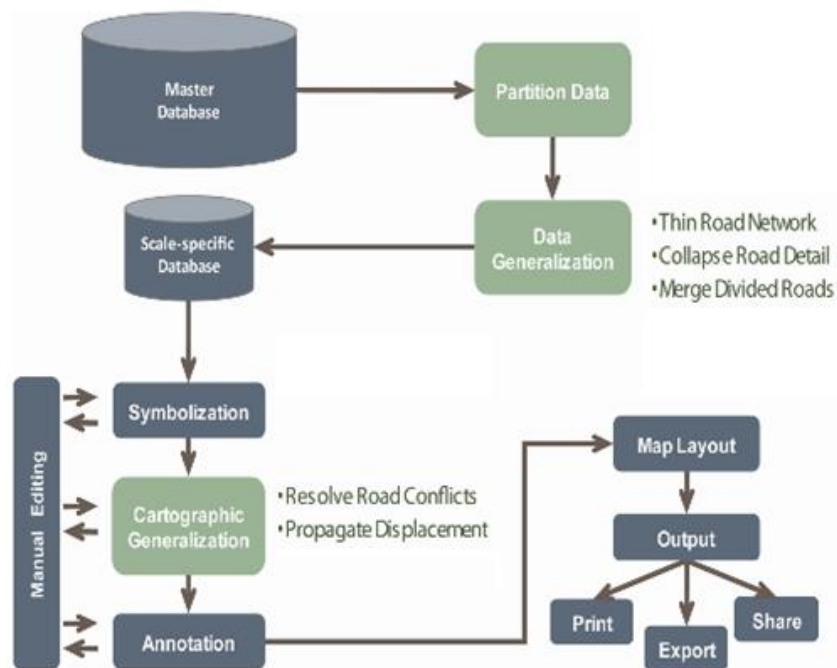


Figura 10 - Esquema da versão simplificada do fluxo da generalização no ArcGIS 10.1.

CAPÍTULO III

CONTEÚDOS E CARACTERÍSTICAS

1. CONTEÚDOS E CARACTERÍSTICAS ESTABELECIDOS

Inicialmente foi necessário estabelecer as características e os conteúdos a apresentar no mapa final. Foram identificados os “Layers” cartográficos a representar, assim como, as dimensões do mapa e o sistema de coordenadas a utilizar.

Os “layers” descritos são representados no mapa, bem como a escala e a indicação do norte. Em seguida são descritos os “layers” de informação cartográfica que irão constar no mapa

1.1. “LAYERS” CARTOGRÁFICOS

1.1.1. EIXOS DE VIA

A base de dados disponibilizada, relativa aos eixos de via, têm um atributo (classif) que as classifica em 8 classes, com base na sua importância. Para a escala de referência, apenas é garantida a representação das vias até a classificação 6 (Auto-estradas, itinerários principais, itinerários complementares, estradas nacionais e estradas secundárias).

As classificações 5 e 6 serão usadas com a mesma simbologia, de modo a que não comprometa a legibilidade do mapa e de forma a garantir a ligação a todas as povoações representadas no mapa, a simbologia estabelecida para os eixos viários (CMYK, Width) está presente na seguinte tabela.






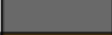








Classif	Color	CMYK	Width
1		(0,0,100,0)	0.28 mm
		(0,100,100,0)	0.8 mm
		(0,0,0,59)	1 mm
2		(0,0,0,0)	0.28 mm
		(100,20,100,0)	0.8 mm
		(0,0,0,59)	1 mm
3		(0,30,80,0)	0.7 mm
		(0,0,0,59)	0.9 mm
4		(0,15,61,0)	0.5 mm
		(0,0,0,59)	0.7 mm
5		(0,0,0,0)	0.34 mm
		(0,0,0,59)	0.5 mm
6		(0,0,0,0)	0.34 mm
		(0,0,0,59)	0.5 mm

Tabela 1 - Classificação e simbologia dos eixos de via;

Relativamente à colocação dos quilómetros nas vias, é garantida a colocação para vias com classificação inferior ou igual a 4, entre cruzamentos, sendo que existe distinção entre os quilómetros das vias de classificação 1 e as restantes. São também representados túneis e passagens superiores.

1.1.2. POVOAÇÕES

As povoações serão representadas no mapa seguindo a seguinte classificação e simbologia:

Settlements	
⊙	Sede de Distrito
⦿	Cidade Sede de Concelho
⊙	Sede de Concelho Não Cidade
●	Cidade Sede de Freguesia
○	Sede de Freguesia Não Cidade

Figura 11 - Classificação e simbologia do “layer” das povoações .

As restantes povoações que não se incluem na classificação descrita na figura anterior não constarão obrigatoriamente no mapa e a sua representação estará dependente do espaço disponível no mapa final.

Para representar cada um dos tipos de povoações foi definida uma simbologia, mas para as outras povoações não existe um símbolo associado, pois caso seja necessário representá-la, esta será representada da mesma forma que uma “Sede de Freguesia Não Cidade”.

1.1.3. PONTOS DE INTERESSE

Os ícones relativos aos pontos de interesse, seleccionados pela InfoPortugal, serão colocados, quando não interferirem com a “label” das povoações e das vias. No caso de existirem vários pontos de interesse do mesmo tipo, na mesma área, deverá ser inserido apenas um ícone representativo desse tipo. Na tabela seguinte é apresentada a listagem dos tipos de pontos de interesse seleccionados assim como a simbologia estabelecida para cada um deles.

	Casinos		Prais Fluviais
	Património Mundial		Monumentos Megalíticos
	Aeroportos Internacionais		Aeródromos
	Pousadas de Portugal		Pousadas da Juventude
	Aldeias Históricas		Aldeias de Xisto
	Termas		Gravuras Foz Côa
	Faróis		Barragens
	Ferry-Boat		Piscinas
	Parques de Campismo		Marinas
	Castelos e Fortes		Marcos Geodésicos (1ª)
	Campos de Golfe		

Tabela 2 - Descrição dos pontos de interesse e simbologia associada;

1.1.4. OUTROS “LAYERS”

1.1.4.1. REPRESENTADOS POR POLÍGONOS COM A “LABEL”

Áreas Protegidas (prt_areas) - Todos os polígonos existentes na base de dados da InfoPortugal constam no mapa final e os seus “labels” serão representados de acordo com o espaço no mapa e a sua classificação de importância.



Figura 12 - Simbologia adoptada para as Áreas Protegidas.

Hidrografia (w_areas) - Todos os polígonos da base de dados da InfoPortugal (Anexo 9) constam no mapa e os “labels” serão representados de acordo com o espaço no mapa e a sua classificação de importância estabelecida.

1.1.4.2. REPRESENTADOS APENAS POR SÍMBOLO

Todas as linhas de caminho-de-ferro em funcionamento, presentes na base de dados da InfoPortugal serão representadas no mapa final. A simbologia definida foi a apresentada na figura seguinte.



Figura 13 - Simbologia adotada para os Caminhos-de-ferro.

1.1.4.3. REPRESENTADOS APENAS COM A “LABEL”

As Serras e as Praias Marítimas serão representadas apenas por uma “label”, e de acordo com o espaço existente no mapa.

No caso dos Cabos, é garantida a colocação do “label” de todos os cabos existentes em Portugal.

1.1.4.4. PRINCIPAIS VIAS E POVOAÇÕES DE ESPANHA

Relativamente ao país vizinho, serão colocados os principais eixos de via, de acordo com a classificação definida para a rede viária nacional, as povoações, os principais destinos e distâncias a partir da fronteira, assim como a própria fronteira.



Figura 14 - Simbologia adoptada para a fronteira com Espanha.

1.2. SISTEMA DE COORDENADAS

Regra geral, a informação disponibilizada pela InfoPortugal encontra-se em WGS84, que é o mesmo datum utilizado pelo GPS. O datum continental mais utilizado é o ETRS89, mas para fazer transformações mais simples a partir do WGS84, quer para o continente quer para as ilhas, a projeção a utilizar é o UTM que conferem um aspecto visual idêntico. Assim sendo, os dados são todos transformados para os seguintes sistemas de coordenadas:

- Continente – WGS 1984 UTM Zone 29N
- Madeira – WGS 1984 UTM Zone 28N
- Açores
 - Grupo Ocidental - WGS 1984 UTM Zone 25N
 - Grupo Central e Oriental - WGS 1984 UTM Zone 26N

1.3. DIMENSÕES DO MAPA

As dimensões definidas para o mapa final foram 69 cm x 96 cm.

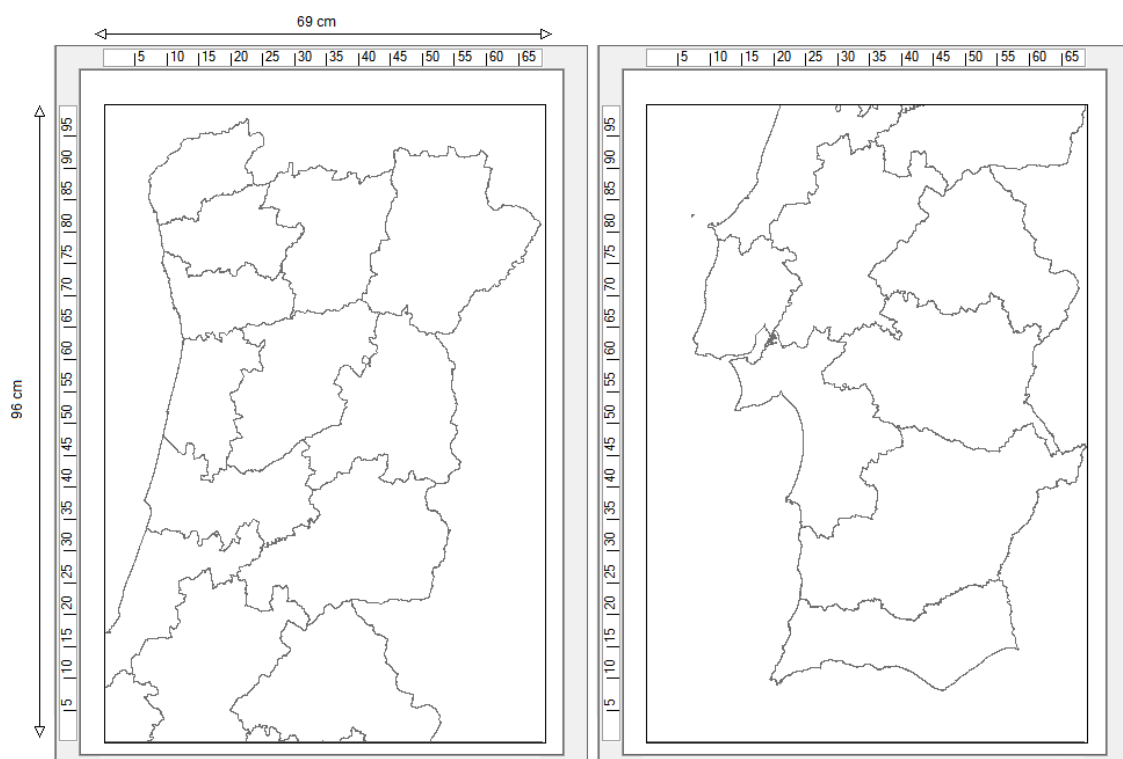


Figura 15 - Dimensões do mapa final.

Tal como é ilustrado na figura anterior, o mapa é dividido e duas partes, a frente e o verso, sendo que é garantida alguma sobreposição entre as duas.

CAPÍTULO IV

EDIÇÃO MANUAL

1. EDIÇÃO MANUAL

Quer por questões de memória do computador, quer para facilitar na análise de cada um dos procedimentos abordados, foi necessário inicialmente dividir as estradas por cada um dos distritos correspondentes.

Para isso, foi adicionado um campo à base de dados para o qual foi “calculado” o distrito correspondente a cada segmento de via. Através da ferramenta “*Field calculator*” para campos do tipo “*string*” e baseado no atributo “*L_admincd*”, presente na base de dados das vias (Anexo 9), foi possível obter o distrito para cada segmento.

A divisão por distritos foi feita recorrendo ao atributo “*District*” adicionado à tabela de atributos da shapefile *Streets*. Foi usado o Distrito do Porto como teste para todos os procedimentos.

1.1. SELEÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

Inicialmente foi necessário definir o sistema de coordenadas a utilizar, isso feito recorrendo às “*Data Frame Properties > Coordinate System*”, e foi seleccionado o “*WGS84 UTM Zone 29N*”.

Como graficamente é impossível representar todas as vias que existem na base de dados, foi então decidido que se apresentam todas as vias de classificações mais importantes até à classificação 6. Se necessário, serão utilizadas as vias de classificação 7 para completar zonas mais despovoadas ou para garantir ligações das povoações à rede viária. Foi então exportada uma nova Shapefile com todas as vias de classificação igual ou inferior a 6 já no sistema de coordenadas definido.

Nesta fase, é necessário fazer uma eliminação de cruzamentos complexos e vias duplicadas. Isto implica que nas vias duplicadas se elimina um dos segmentos e nos cruzamentos e rotundas se eliminam todos os segmentos, de forma a deixar um cruzamento simples.

Para identificar quais as estradas que deveriam ser editadas de forma a permitir uma melhor visualização da informação a ser mostrada foi necessário identificar essas

rotundas, pequenos cruzamentos, cruzamentos complexos e linhas duplicadas, pois para a escala proposta este tipo de detalhe é desnecessário.

De forma a facilitar a identificação e análise destes detalhes, foi necessário converter a Shapefile de estradas (linhas) para polígonos. Esta conversão foi feita usando a toolbox *“Feature To Polygon”*. Posteriormente foi necessário criar três campos para armazenar os valores da área, do perímetro e da relação perímetro/área. Os valores da área e do perímetro foram calculados usando a funcionalidade *“Calculate Geometry”*, no caso da relação perímetro/área, estes valores foram obtidos através da funcionalidade *“Field calculator”*.

Fazendo uso dos valores obtidos da relação perímetro/área foi possível identificar de forma clara as linhas duplicadas (Figura 16), e usando apenas o valor da área identificam-se facilmente os cruzamentos e as rotundas (Figura 17), sendo para isso necessária uma análise visual prévia para definir os valores de tolerância para os dois parâmetros.

Com base nessa análise visual, foram definidos os valores máximos para a área e para a relação perímetro/área, sendo assim possível identificar e editar os polígonos que não serão visíveis para a escala em questão.



Figura 16 - Exemplo de valores obtidos para a relação Perímetro/Área.

Para facilitar a identificação dos polígonos a eliminar, foi feita uma seleção por atributos onde a área do polígono fosse inferior a 3000 m^2 ou a relação Perímetro/Área superior a 0.1 m . Na Figura 17, verifica-se que através desta seleção conjunta são identificados grande parte dos polígonos que necessitam de ser editados.

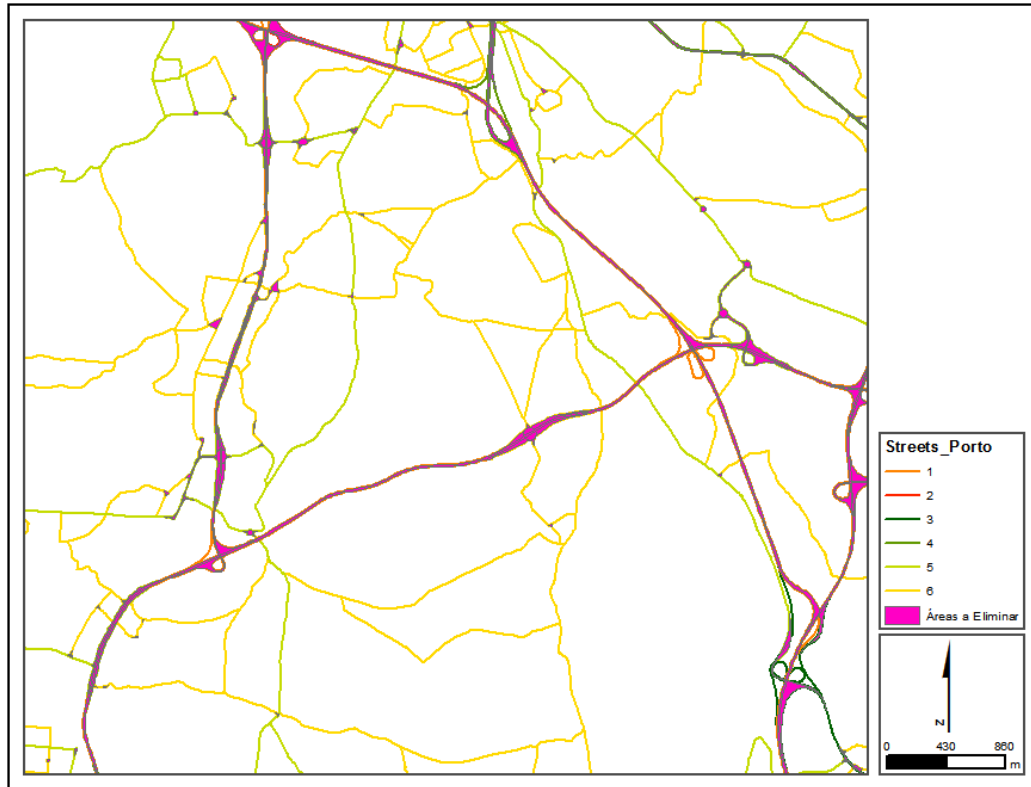


Figura 17 - Exemplo de polígonos identificados como áreas as eliminar.

Depois de identificados, foram exportados apenas os polígonos que deveriam ser editados, e a parte de edição foi feita de forma manual, eliminando linhas duplicadas, transformando rotundas e cruzamentos complexos em cruzamentos simples, tal como ilustra a Figura 18.

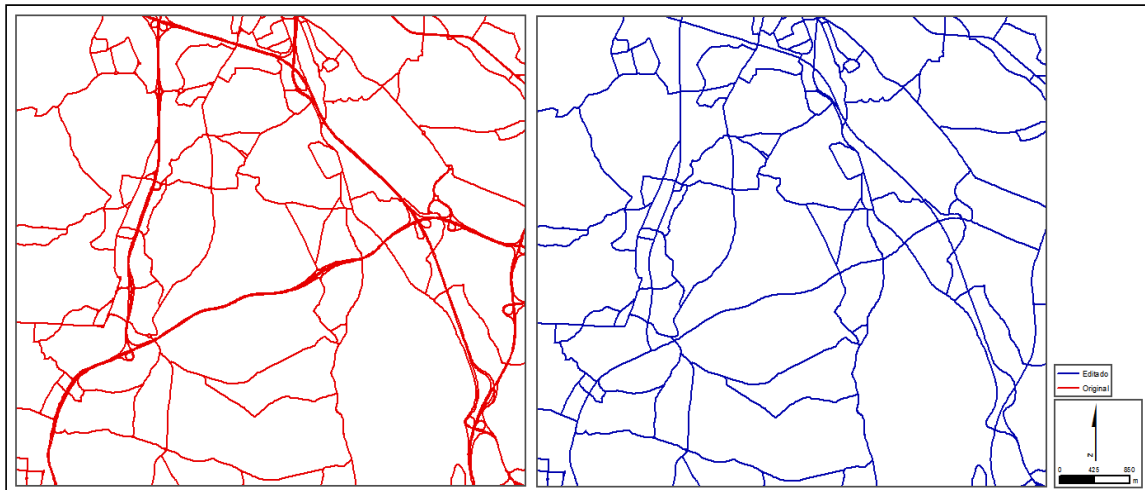


Figura 18 - Eixos de via originais (fig. da esquerda) e eixos de via tratados (fig. da direita).

Relativamente à geometria, tentou manter-se uma geometria simplificada, ou seja, unir de forma correta os cruzamentos (utilizando a propriedade “*snapping*” ao “*endpoint*” do segmento de via) e não criar segmentos partidos onde não existem cruzamentos. Ao unir segmentos de via, para além de ter em atenção a continuidade das classificações das vias, também se tentou preservar a continuidade dos nomes. Neste caso a continuidade a manter refere-se ao campo ROUTENUM pois é através deste campo que vão ser criados os “*labels*” das vias.

Em seguida, de forma a minimizar falhas e utilizando a toolbox “*Drawing Clean up*” do programa *AutoCADMap 3D*, foram corrigidos de forma automática os pseudo-nós ainda existentes. Optou-se por utilizar esta toolbox do *AutoCAD Map*, pois é mais eficiente que as ferramentas disponibilizadas no software *ArcGIS*. Para além de permitir identificar, em simultâneo, outros erros de geometria que possam existir.

Após a utilização desta ferramenta e voltando ao software *ArcGIS* é necessário fazer uma verificação manual, verificando a continuidade dos critérios das vias.

Relativamente à representação dos cruzamentos com as vias de classificação 1 e 2, foi decidido que estes deveriam constar no mapa final. Este assunto foi abordado de duas formas, a primeira seria ampliar o cruzamento para que este fosse visível à escala de referência, sendo para isso necessário fazer uma grande simplificação de vias em volta do mesmo. A outra forma de representação seria apenas um ponto em cima do cruzamento, desta forma não seria necessário tanta simplificação. Nesta fase, optou-se por fazer a representação exagerada dos cruzamentos (Figura 20 e Figura 21).

Até aqui tudo foi feito sem escala de referência, mas a partir deste momento as vias devem ser vistas com o tamanho relativo que realmente irão ter no mapa final, para que, seja possível perceber se os cruzamentos ficam ou não perceptíveis.

Foi ainda necessário definir a simbologia que previamente tinha sido estabelecida para as vias. Assim, a largura da via será de um milímetro que é a espessura que a via irá ter no mapa impresso. Foi também necessário definir a escala de referência do “*Data Frame*”, que foi 1:365 000.

Para facilitar os processos de simplificação, foi criada uma nova shapefile de linhas para guardar os cruzamentos editados, obtendo, assim para cada Distrito, duas shapefiles, uma relativa aos nós e outra relativa às vias.

Representar cada um dos cruzamentos foi relativamente simples, recorrendo à edição manual de cada um, fazendo uso da *toolbar “Editor” do software ArcGIS 9.3*.

Percorre-se então novamente todo o distrito, com o objetivo de verificar a densidade de vias. As AE (classif 1) devem manter-se o mais inalteradas possível e todas as saídas e entradas de vias desta classificação, serão preservadas. Os IP’s (classif 1) e IC’s (classif 2) e as EN mais importantes (classif 3) podem ser ligeiramente deslocadas, mantendo a orientação e o traçado das vias com o objetivo de não se sobreporem às de classificação superior. Em caso de sobreposição parcial das vias, a via a ser editada será sempre a menos importante, ou seja, a de valor de classificação mais alta. As vias de classificação 6 podem eventualmente ter sido apagadas se existisse sobreposição e se o seu percurso for semelhante com uma via mais importante. No caso em que não existia sobreposição de vias, nenhuma terá sido apagada. As vias de classificação 6 são as vias que mais facilmente poderão ter sido eliminadas, caso se tenha verificado uma elevada densidade de vias.

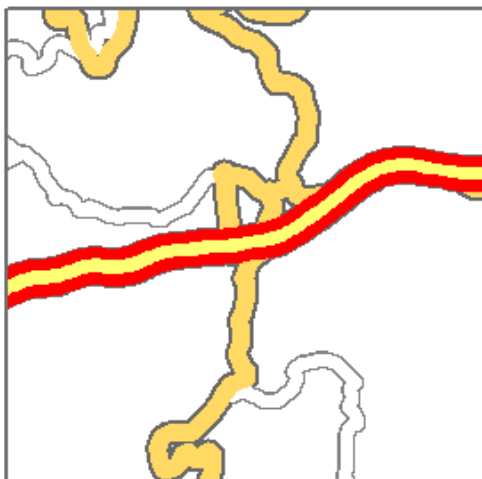


Figura 19 - Eixos de via originais.

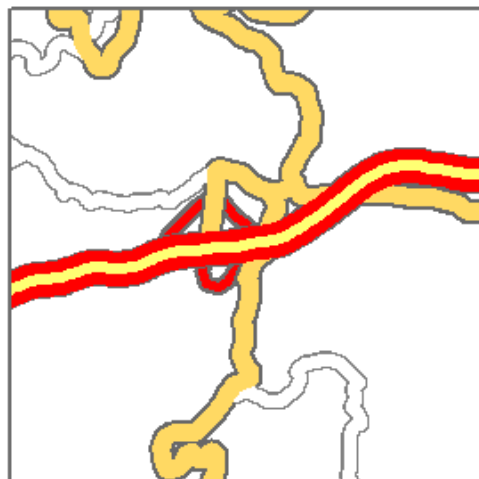


Figura 20 - Exemplo de representação dos cruzamentos, e afastamento das vias.

Na figura anterior é possível observar que as vias que estavam sobrepostas foram afastadas, de forma a facilitar a leitura do mapa, assim como as simplificações dos cruzamentos, neste caso, com uma estrada de classificação 1.

Um mapa de estradas deve conter a quilometragem entre cruzamentos, portanto o passo seguinte é a determinação desses quilómetros. Os quilómetros das vias de classificação 5 e 6 não serão apresentados, mas por uma questão de simplificação da informação, foram determinados os quilómetros de todas as vias.

Para isso foi necessário criar um campo “km” na base de dados das vias do tipo numérico (*int*). Tal como para o cálculo das áreas dos polígonos, para obter o comprimento das vias foi usada a funcionalidade “*Calculate Geometry*”, desta vez com a propriedade “*Length*”.

1.2. SIMPLIFICAÇÃO E SMOOTHING

Em seguida iniciou-se o processo de simplificação e suavização das vias, usando a “*Generalization toolset*” do software ArcGIS 9.3.

Para simplificação das vias foi utilizada a toolbox “*Simplify Line*” (Anexo 1), esta ferramenta têm como parâmetros o algoritmo de simplificação (“*Point Remove*” ou “*Bend Simplify*”) e a respetiva tolerância, como ilustram as seguintes figuras.

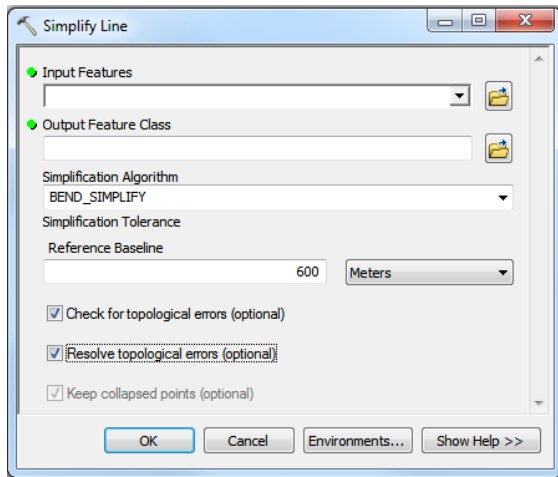


Figura 21 - Parâmetros adotados para a ferramenta "Simplify Line".

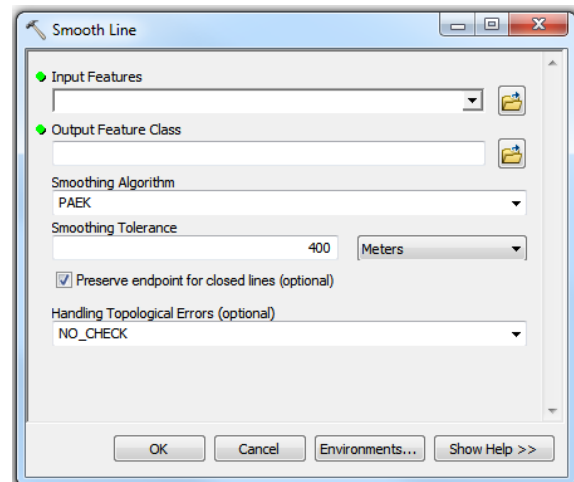


Figura 22 - Parâmetros adotados para a ferramenta "Smooth Line".

O algoritmo utilizado foi o "Bend Simplify", pois o segmento de via final segue a forma da linha original para além de este método demonstrar uma melhor qualidade cartográfica do que o "Point Remove", que é mais utilizado para compressão de dados. Para definir a tolerância ideal para esta escala, foram feitos alguns testes que são apresentados nas figuras seguintes.

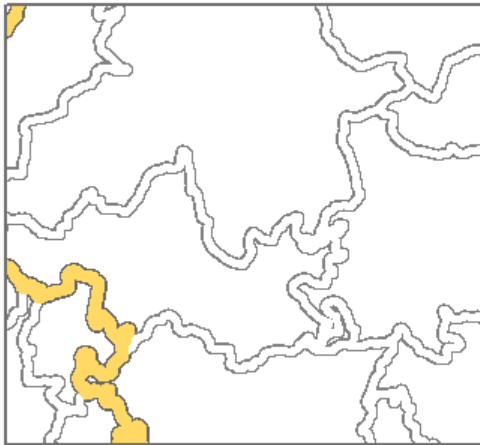


Figura 23 – Eixos de via originais.



Figura 24 - Eixos de via com simplificação de 200m.

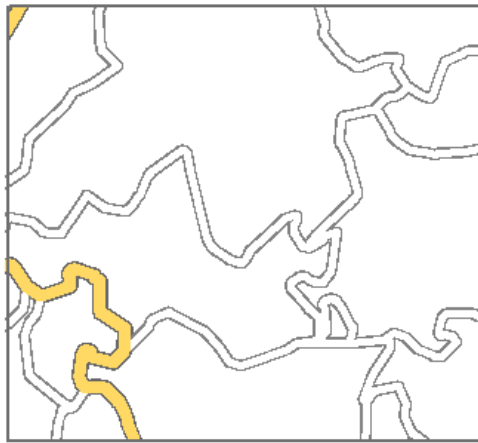


Figura 25 - Eixos de via com simplificação de 400m.



Figura 26 - Eixos de via com simplificação de 600m.

Avaliando as figuras anteriores é possível constatar que para uma tolerância de 600m as vias ficam demasiado simplificadas, e existe uma grande diferença relativamente às vias originais, enquanto que para uma tolerância de 200m nota-se que alguma simplificação poderia ser ainda feita, e algumas curvas ainda estão acentuadas. Desta forma foi então escolhida a tolerância de 400m que, para a escala definida, parece fazer uma simplificação ideal.

Em seguimento, foi feita a suavização das vias, para isso recorreu-se à ferramenta “*Smooth Line*” (Anexo 2). Os parâmetros necessários para esta ferramenta são o método de suavização e a tolerância, tal como no método anterior.

O método seleccionado para ser utilizado por esta ferramenta foi o “*PEAK*”, pois é o único que garante que o segmento de via mantenha o ponto de início e de fim. Quando à tolerância utilizada, foram também feitos alguns testes, à escala.



Figura 27 - Eixos de via originais, após simplificação.

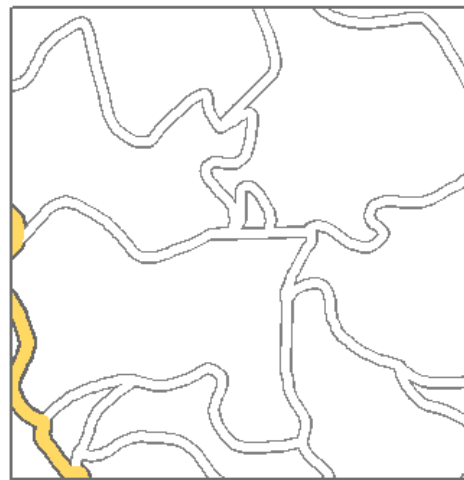


Figura 28 - Eixos de via suavizados com 200m de tolerância;



Figura 29 - Eixos de via suavizadas com uma tolerância de 400m.



Figura 30 - Estão representadas as vias suavizadas com uma tolerância de 600m.

Com base nas figuras anteriores foi estabelecido o valor de 600m para a tolerância de suavização, visto que para valores superiores a suavização é excessiva, ao contrário do que acontece para valores na ordem dos 200m, em que as curvas ficam pouco suavizadas.

Finalmente, após a suavização é necessária uma análise relativamente à continuidade de critérios das vias, e espaçar algumas vias que possam ainda estar sobrepostas.

CAPÍTULO V

EDIÇÃO SEMI-AUTOMÁTICA

1. EDIÇÃO SEMI-AUTOMÁTICA

Da mesma forma que na edição manual, nesta parte do trabalho, foi igualmente necessário dividir o país por Distritos baseando esta seleção no atributo “*district*” presente na base de dados utilizada (Anexo 9). Esta seleção é feita por atributos e não baseada na localização de cada via, isto para evitar conflitos nas zonas de limites administrativos.

Antes de iniciar o processo de generalização definiu-se a escala de referência para as ferramentas da “*Cartography Toolbox*”, a definição da escala foi feita recorrendo às opções de ambiente (Figura 31).

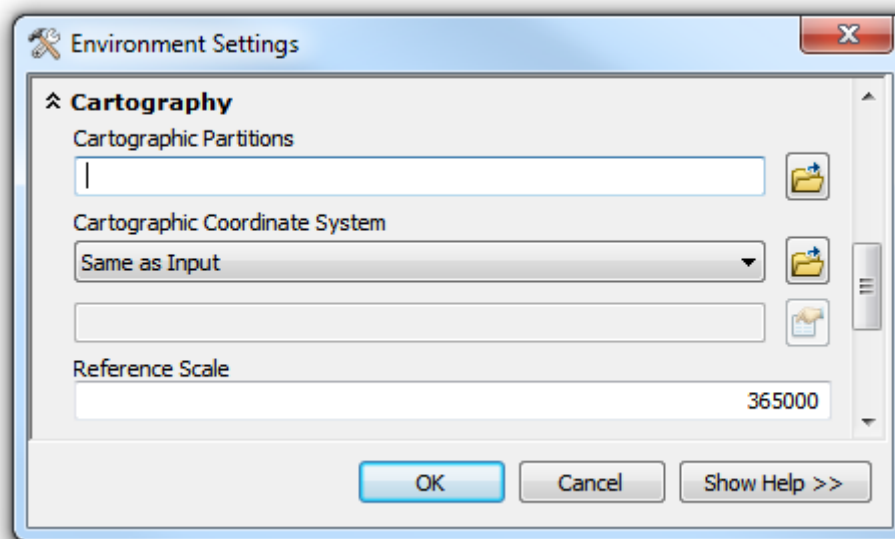


Figura 31 - Environment Settings.

1.1. MERGE DIVIDED ROADS

Utilizando a toolbox “*Merge Divided Roads*” (Anexo 3) presente na “*Generalization toolset*” do **ArcGIS 10.1** foi possível criar um segmento de via central a duas vias que são paralelas ao longo de uma certa distância significativa. Para que estas vias duplicadas sejam transformadas num segmento central, ambas têm de ter a mesma classificação de via (“*classif*”) e estarem separadas de uma distância inferior à distância de tolerância.

Para esta escala o valor de tolerância escolhido foi de 35 metros, este valor foi definido com base no tamanho máximo que dois eixos de via possam estar separados, de forma a que todas as vias duplicadas sejam eliminadas.

Os parâmetros definidos para a utilização desta toolbox foram, o campo que contém a classificação relativa às vias e a distância de tolerância. Como os atributos da base de dados estão todos no formato “string” e esta ferramenta só permite campos com valores numéricos para as classificações das vias, foi necessário previamente adicionar um campo a base de dados com o nome “class” e do tipo “Short Integer” para o qual foram atribuídos os valores que constavam no campo “classif”.

Para além do ficheiro de saída principal, com as novas vias já tratadas, esta ferramenta ainda permite criar um outro ficheiro do tipo polígono, que contém o grau e a direcção do deslocamento das vias, que pode ser usado como ficheiro de entrada de outras ferramentas deste software.

Através do exemplo apresentado na Figura 32 - Exemplo da ferramenta MDR., é possível analisar que as vias duplicadas deixam de existir e todos os cruzamentos mantém a conexão ao eixo de via central. A azul (Porto_ST) estão representadas as vias antes de ser feito o tratamento, e a vermelho (Porto_ST_MDR) depois de ter sido executada a ferramenta.

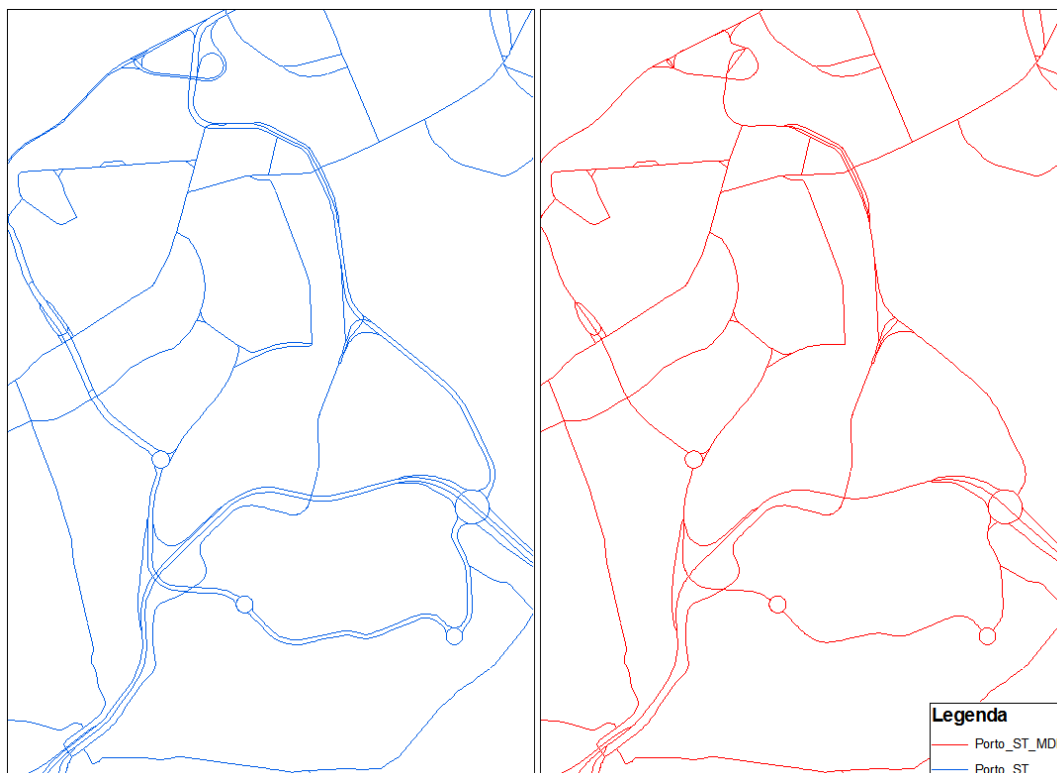


Figura 32 - Exemplo da ferramenta MDR.

Em seguida foram editados todos os cruzamentos com as classificações 1 e 2 e criadas duas novas shapefiles de pontos onde foram adicionados todos esses cruzamentos para mais tarde serem representados com pontos no mapa final.

Antes de passar ao próximo passo da generalização foi também necessário corrigir os erros de geometria que possam ainda existir, para isso foi utilizada a toolbox *“Drawing Clean Up”* do software **AutoCAD Map 3D**.

1.2. COLLAPSE ROAD DETAIL

A toolbox **“Collapse Road Detail”** (Anexo 4) presente na *“Generalization toolset”* do **ArcGIS 10.1**, é uma ferramenta que identifica pequenas configurações de segmentos de vias, tais como rotundas e cruzamentos pouco complexos e simplifica-as. Estas configurações são simplificadas se o diâmetro em toda a área aberta for inferior ou igual ao parâmetro *“Collapse Distance”*.

O parâmetro de tolerância foi definido através de alguns valores teste e de uma análise visual para a escala de referência tendo-se assim chegado ao valor de 1500 metros.

Esta ferramenta também não altera a shapefile original, criando assim um novo ficheiro de output que contém as configurações simplificadas.

Na Figura 33, podem observar-se várias configurações de vias e a sua simplificação, neste tipo de geometrias com esta ferramenta obtém-se bons resultados em termos de simplificação.

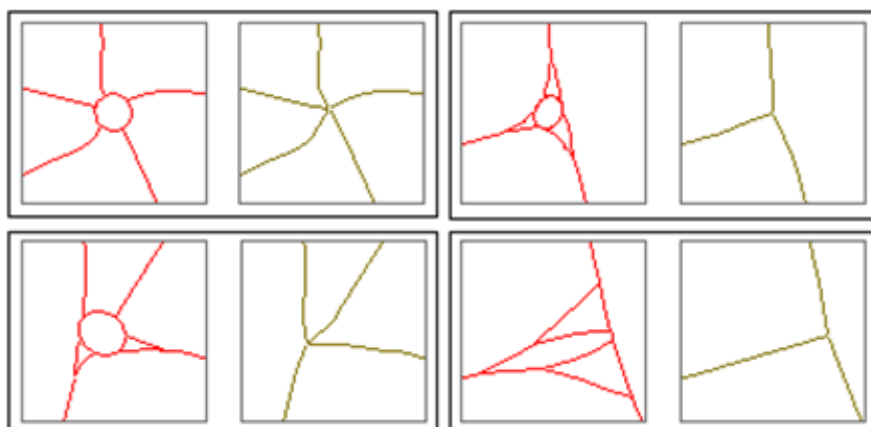


Figura 33 - Exemplo da ferramenta Collapse Road Detail.

Contudo, em alguns casos, esta ferramenta tem resultados um pouco desastrosos, se os cruzamentos forem demasiado complexos. Para ter a possibilidade de verificação e algum controlo de qualidade desta ferramenta, por forma a perceber quais as vias que foram alteradas, foi necessário previamente adicionar um campo à tabela de atributos com o nome *CRD_TYPE*. Depois de executada esta ferramenta o campo será preenchido com valores inteiros entre 0 e 4. Se o campo tiver valor 0 ou 1, não é necessário fazer nenhuma edição manual, caso contrário, se este é preenchido com os valores 2,3 ou 4 é necessário fazer a verificação manual.

Desta forma foi feita uma seleção por atributos onde o campo *CRD_TYPE* fosse igual a qualquer um dos 3 valores, assim foram facilmente identificados os locais onde era necessário fazer uma edição manual. Após ser processada esta toolbox, surgem algumas mensagens de aviso, estas mensagens aparecem se existir algum problema com a geometria das vias que possa ter escapado na correção inicial, neste exemplo *“Self-intersecting feature”* ou *“Single part-features”*. Quando estes avisos surgem é indicado o caminho dos ficheiros (Anexo 4) que são criados para facilitar a identificação das vias que estiverem com problemas de geometria.

Os ficheiros identificam os segmentos de via que devem ser tratados manualmente. Após ser feito o tratamento manual, é feita a identificação e representação dos cruzamentos com estradas dos tipos 1 e 2. Para isso foi necessário criar duas novas shapefiles (Nos1 e Nos2) do tipo Ponto, para poder armazenar os cruzamentos com as duas classificações. Esta representação é feita através de pontos, tal como se pode observar na Figura 34 (visível na página 57).

Posteriormente foi utilizada a ferramenta *“Drawing Clean Up”* do software **AutoCAD Map 3D** para fazer a limpeza dos erros de geometria que possam ainda existir.

1.3. THIN ROAD NETWORK

A ferramenta *“Thin Road Network”* (Anexo 5) está também presente na *“Generalization toolset”* do **ArcGIS 10.1** gera uma rede viária simplificada, mantendo a conectividade das vias, e o seu carácter geral, para que estas possam ser exibidas à escala de referência.

Desta forma compila um conjunto simplificado de vias através da identificação de segmentos de via que possam ser removidos sem afetar o caráter geral, densidade e conectividade de todos os segmentos.

O grau de remoção das vias é controlado pelo parâmetro *“Minimum Length”*. A morfologia e o caráter da rede de estradas devem ser considerados. O valor para este parâmetro foi definido com base na Tabela 3.

	Organic, nongridded road patterns			Regular, gridded road patterns		
Final scale	Map units		Page units	Map units		Page units
1:25,000	250 m	825 ft.	1 cm	500 m	1,650 ft.	2 cm
1:50,000	500 m	1,650 ft.	1 cm	1,000 m	3,300 ft.	2 cm
1:100,000	1,000 m	3,300 ft.	1 cm	2,000 m	6,600 ft.	2 cm
1:250,000	2,500 m	8,250 ft.	1 cm	5,000 m	16,500 ft.	2 cm
1:500,000	5,000 m	16,500 ft.	1 cm	10,000 m	33,000 ft.	2 cm

Tabela 3 - Thin Road Network [5]

Analisando a tabela anterior, o valor sugerido pela ESRI para o parâmetro *“Minimum Length”* considerando a escala de 1:365,000, é de 3,750 m, e tendo em conta que a morfologia da rede de estradas em Portugal pode ser considerada irregular.

Para além do parâmetro anterior são necessários dois outros parâmetros, um é obviamente a classificação das vias, e outro é o campo que é necessário adicionar à tabela de atributos. Este campo deve ser do tipo *“int”* e será preenchido com valor 1 caso deva ser suprimido o segmento de via, ou 0 caso se deva manter para a escala de referência.

Como esta ferramenta não cria uma nova shapefile de saída, foi necessário fazer a seleção por atributos onde o campo *“inv”* tenha sido preenchido com o valor 1. Após a seleção, é necessária uma análise visual, e caso seja necessário, adicionar ou remover segmentos de via à seleção.

Para que fosse possível comparar os resultados com a shapefile original foi necessário exportar as vias que foram selecionadas.

Como a rede de estradas quer em termos de complexidade, quer em densidade de vias, varia do Norte para o Sul, foi executada a ferramenta três vezes, uma

considerando o parâmetro tabelado, outra considerando metade do mesmo e uma com o valor intermédio de 2500 metros. Em seguida foram analisados os seus resultados para o distrito de Aveiro e estabelecido um valor de referência.

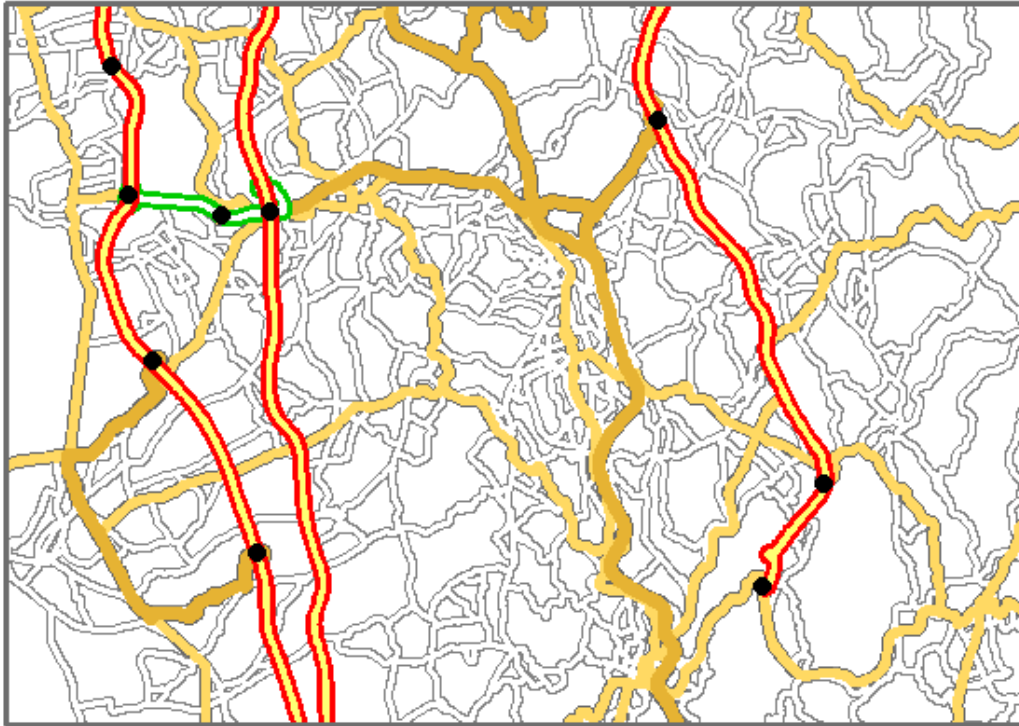


Figura 34 - Eixos de via originais (Escala: 1:365.000 , 250% Zoom).

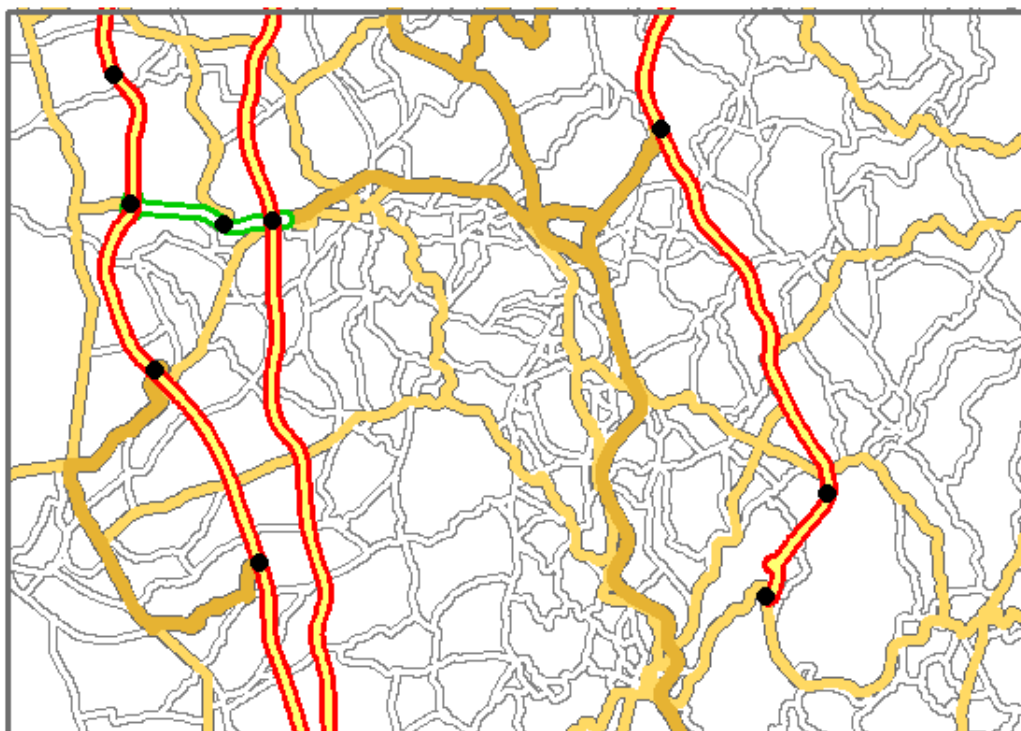


Figura 35 - Exemplo da ferramenta Thin Road Network com um parâmetro de 1800m (Escala: 1:365.000 , 250% Zoom).

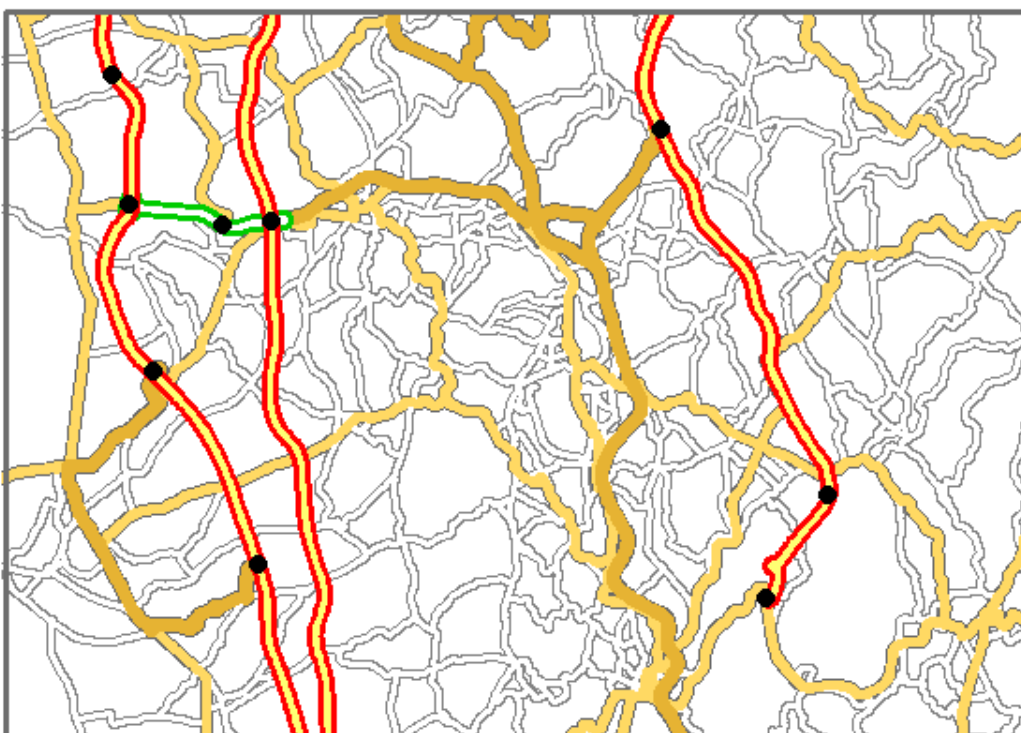


Figura 36 - Exemplo da ferramenta "Thin Road Network" com um parâmetro de 2500m (Escala: 1:365.000 , 250% Zoom).

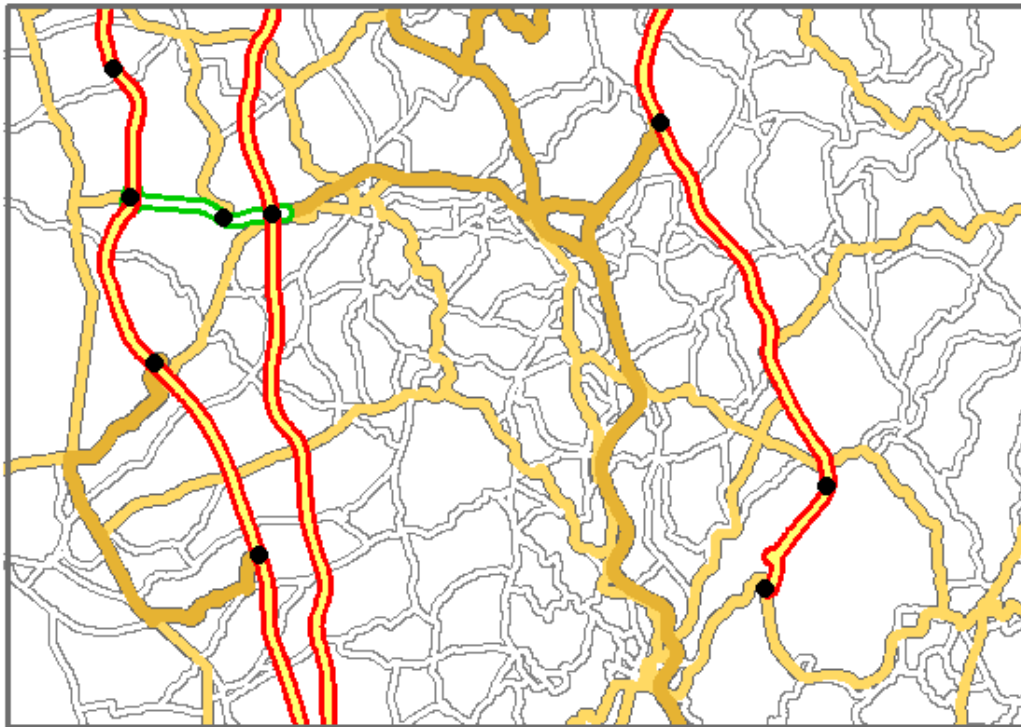


Figura 37 - Exemplo da ferramenta “Thin Road Network” com um parâmetro de 3750m (Escala: 1:365.000 , 250% Zoom).

Com base nas figuras anteriores foi definido para o parâmetro o valor de 1800 metros, isto para a generalidade dos distritos foi de 1800 metros, sendo que nas principais capitais de distrito (Porto, Lisboa, Braga, Coimbra e Setúbal) foi usado o valor de 2500m, por existir uma maior densidade de vias.

Tal como na ferramenta anterior, após ser processada esta toolbox, surgem algumas mensagens de aviso, estas mensagens aparecem se existir algum problema com a geometria das vias, neste exemplo “*False dead ends*”, “*Shared segments*” ou “*Intersecting features*”. Quando estes avisos surgem é indicado o caminho dos ficheiros (Anexo 5) que são criados para facilitar a identificação das vias que estiverem com problemas de geometria. Foram verificados e corrigidos cada um dos segmentos identificados nos ficheiros de erro, e em seguida, fazendo uso do software **AutoCAD Map 3D**, foram corrigidos os erros de geometria que ainda existissem.

1.4. SIMPLIFY LINE E SMOOTH LINE

No caso das ferramentas “**Simplify Line**”(Anexo 1) e “**Smooth Line**”(Anexo 2), que já tinham sido utilizadas no capítulo anterior, mantiveram-se os parâmetros anteriormente definidos.

1.5. RESOLVE ROAD CONFLICTS

Esta ferramenta **“Resolve Road Conflicts”** (Anexo 6) presente na **“Graphics Conflicts toolset”** do ArcGIS 10.1, ajusta as vias para que estas não se sobreponham graficamente. Estas sobreposições gráficas geralmente ocorrem quando as vias são apresentadas a uma escala menor que a escala para que foram criadas. Quando são aplicadas as simbologias, as vias podem entrar em conflito gráfico.

Para esta ferramenta apenas é necessário o parâmetro **“Hierarchy field”** que é o atributo **“classif”**. Têm como opção uma **“Output Displacement Feature Class”**, que vai ser utilizada como parâmetro de entrada em outra ferramenta. Como esta ferramenta altera a shapefile original, antes de ser executada foi feita uma exportação da original para facilitar a análise das diferenças.



Figura 38 – Eixos de via após “Smoothing”



Figura 39 – Eixos de via após o uso da ferramenta Resolve Road Conflicts.

1.6. PROPAGATE DISPLACEMENT

A ferramenta **“Propagate Displacement”** (Anexo 7) está também presente na toolset **“Graphics Conflicts”**, tem como objectivo propagar o deslocamento resultante do ajuste feito aos eixos de via, através das ferramentas RRC e MDR. Com base nas características adjacentes permite restabelecer as relações espaciais.

Uma saída opcional de ambas as ferramentas RRC e MDR é uma **“displacement feature class”**, que tem como objectivo a utilização nesta ferramenta. Estas classes

têm a capacidade de armazenar a quantidade e a direcção da mudança relativamente ao estado original. A informação relativa ao deslocamento pode ser aplicada a feature de diferentes temas, garantindo a sua relação espacial.



Figura 40 - Eixos de via após o uso da ferramenta "Resolve Road Conflicts".



Figura 41 – Eixos de via após o uso da ferramenta "Propagate Displacement"

1.7. CREATE OVERPASS

A ferramenta "**Create Overpass**" (Anexo 8) está disponível através da "*Cartographic Refinement toolset*" do ArcGIS 10.1. Permite criar passagens superiores de forma automática, baseando-se nas intersecções das vias e em atributos presentes na base de dados.

Para que fosse possível usar esta funcionalidade para criar as passagens superiores e inferiores, foi necessário previamente converter a simbologia da shapefile das vias para representações, através do menu apresentado na figura seguinte.

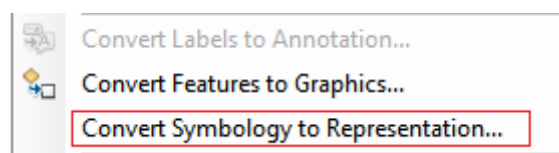


Figura 42 - Convert Symbolology to Representation.

As representações permitem simbolizar os dados usando uma estrutura flexível e baseada em regras, e é armazenada dentro de uma "geodatabase" em conjunto com os restantes dados. A representação de cada uma das características pode ser modificada, se necessário, criando uma substituição à regra da representação.

Para isso foi então necessário criar uma geodatabase, que foi organizada conforme ilustra a seguinte figura.

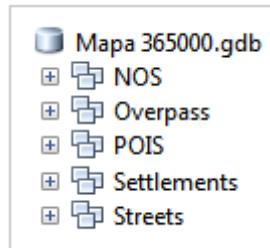


Figura 43 - Estrutura final da geodatabase.

No dataset “NOS” estão armazenados todos cruzamentos com as classificações 1 e 2, divididos quer por distrito quer por tipo, enquanto que no dataset “Overpass” estão armazenadas as shapefiles relativas às passagens superiores. As vias e as povoações relativas a cada um dos Distritos foram também armazenadas nos “Datasets” Streets e Settlements respectivamente.

Em seguida, através das propriedades da Layer é possível, se necessário, alterar cada uma das regras individualmente e definir novas regras (Figura 44).

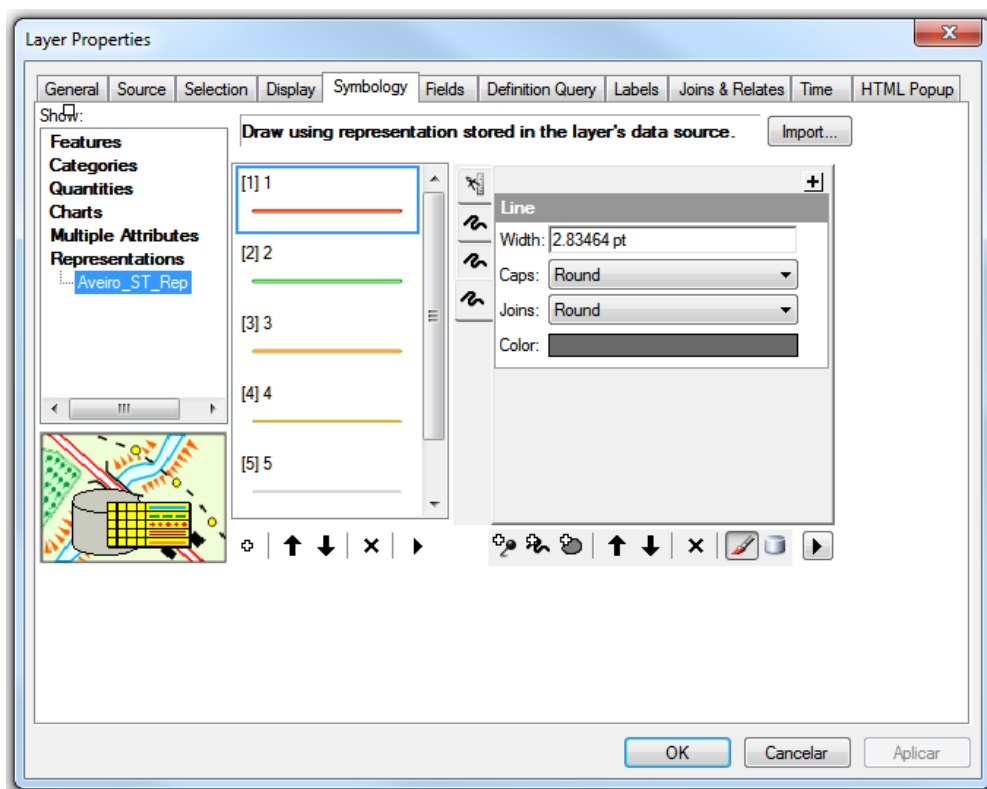


Figura 44 - Layer Properties - Representations.

Na base de dados original das vias, está presente um campo designado POF que indica se esse segmento de via é ou não uma passagem superior ou inferior.

Mas, com os processos de generalização e simplificação automáticos e a correcção de erros de geometria também de forma automática que foram feitos até aqui, podem existir alguns atributos na base de dados que tenham sido eliminados ou alterados.

A base de dados disponibilizada para os eixos de via, possui um campo, onde é identificado o tipo de estrutura (POF), ou seja, se o segmento de via é ou não, uma passagem superior, inferior, túnel ou uma ponte (Anexo 9 – Table1). Desta forma, para identificar as passagens superiores e inferiores usou-se a shapefile original das vias, e fez-se uma seleção por atributos onde o campo *POF* = 1 ou *POF* = 3, pois as únicas passagens que serão representadas serão os viadutos e os tuneis.

Exportada a seleção para uma nova shapefile, manual e visualmente foram confirmadas todas as passagens superiores e tuneis do distrito. Posteriormente foi executada a ferramenta “*Create Overpass*” presente na “*Cartographic Refinement toolset*”, esta ferramenta identifica linhas que se intersectam e se existir o atributo na base de dados que as identifique como passagem superior, então a passagem é representada. Os parâmetros necessários para esta ferramenta estão apresentados na Figura 45, são eles as vias convertidas para representações, e os parâmetros para o símbolo que representa a passagem superior (*Margin* e *Wing*).

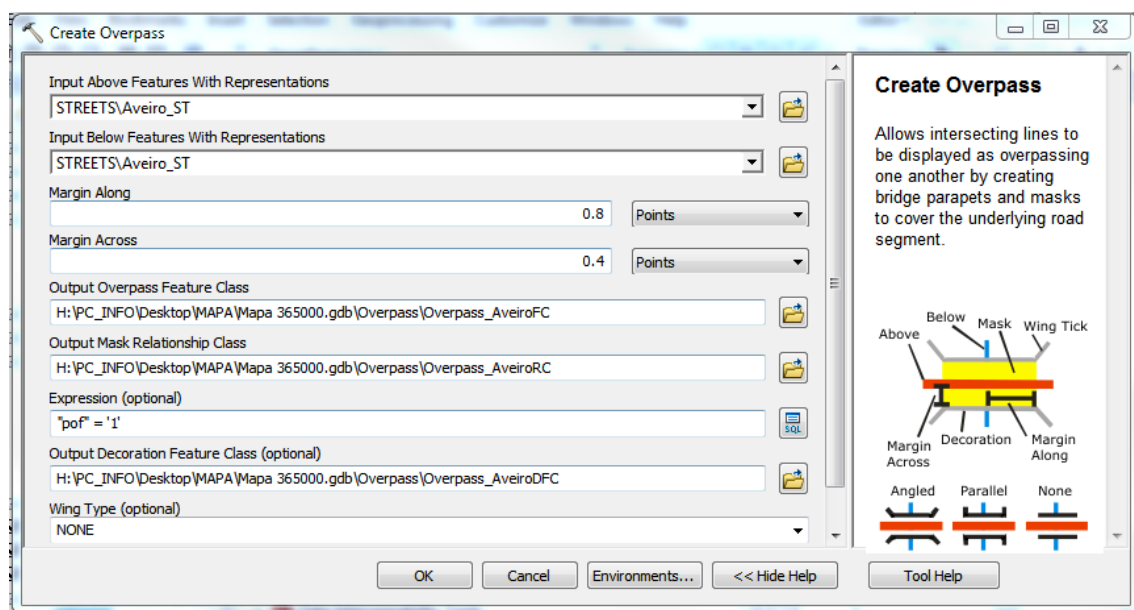


Figura 45 - Parâmetros de ferramenta "Create Overpass".

Os parâmetros adoptados para esta ferramenta são os indicados na figura anterior, isto para as passagens superiores (POF=1), relativamente aos túneis (POF=3), estes apenas serão representados com uma regra de representação diferente.

Esta ferramenta tem três ficheiros de saída, um é polígono para esconder a via inferior (*Output Overpass Feature Class*), outro é a relação que será criada para armazenar as ligações entre as vias (*Output Mask Relationship Class*), e por último a forma como vai ser identificada a passagem (*Output Decoration Feature Class*).

Na figura seguinte estão ilustradas algumas passagens superiores, em caso de falta de espaço para representar o símbolo das passagens, as linhas podem ficar um pouco deformadas, e em algumas situações em exagero. É necessária uma verificação, apenas com as passagens superiores ativas, para facilitar a identificação e correção destas situações.

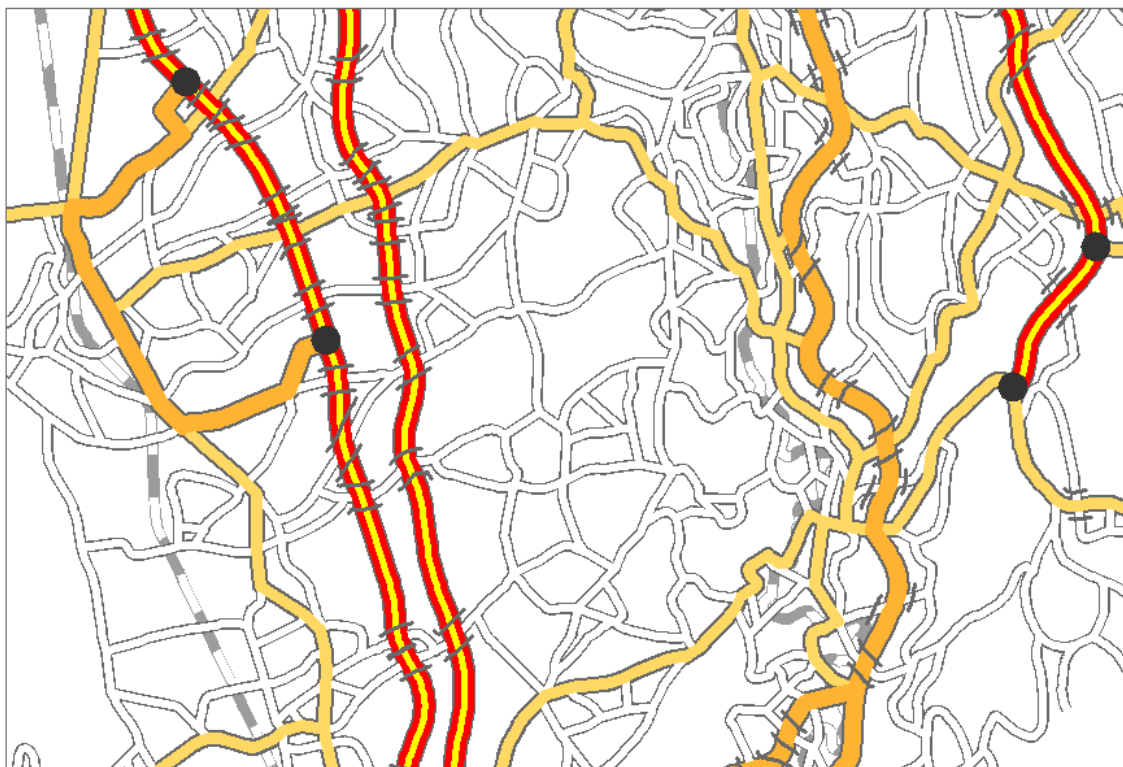


Figura 46 - Representação das passagens superiores sem a opção "Masking".

Para que a representação de uma passagem superior seja clara, a via inferior deve ficar invisível no local da intersecção, para isso foi usada a funcionalidade "Masking"

(Figura 47). Os parâmetros necessários para esta funcionalidade, são os ficheiros de output criados através da ferramenta “Create Overpass”.

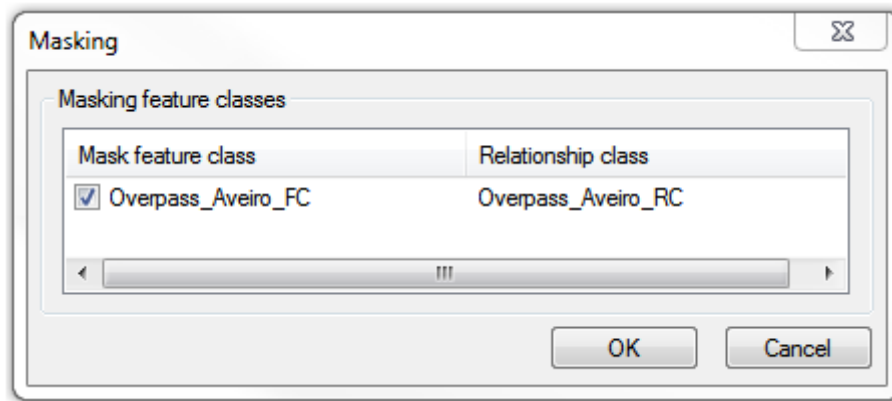


Figura 47 – “Masking Feature Classes”.

Após ter sido feito o “Masking” das vias inferiores, a representação fica mais legível, tal como se pode verificar na Figura 48.

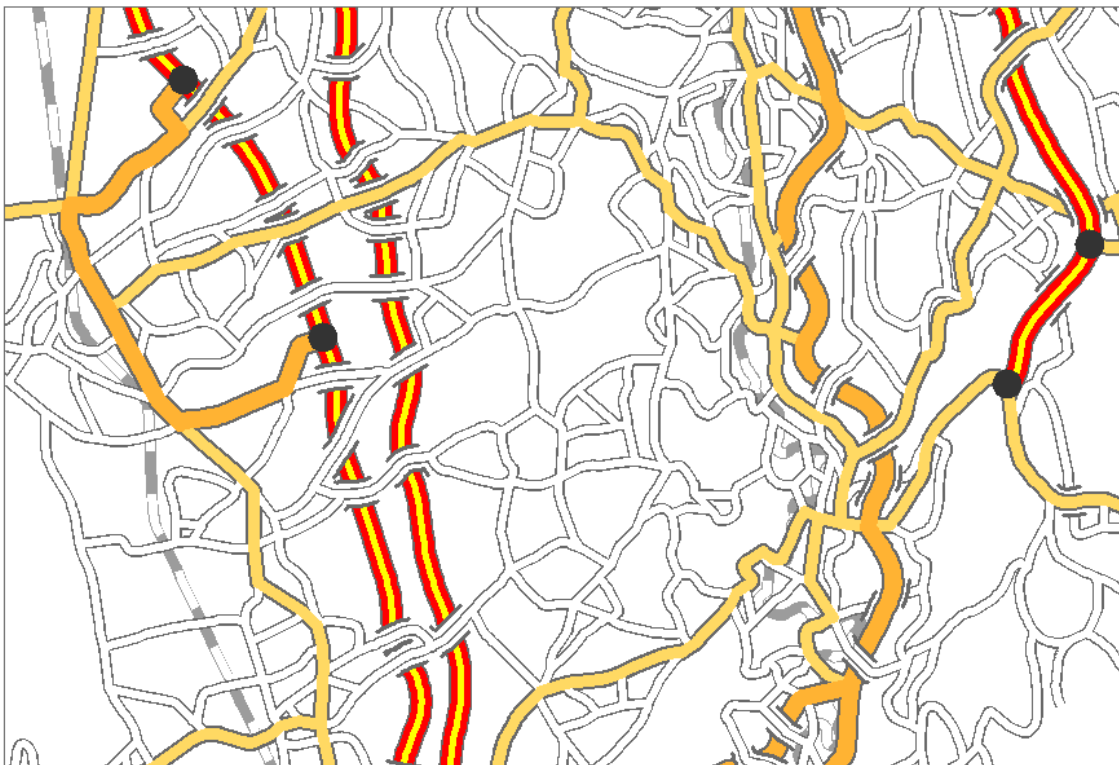


Figura 48 - Representação das passagens superiores, com a opção "Masking" ativa.

Todos estes procedimentos foram adotados para os restantes Distritos, sendo que no final foi feita uma análise distrito a distrito para verificar a existência de algum erro nas fronteiras entre distritos.

2. “LABELING”

2.1. CONCEITOS ESSENCIAIS SOBRE “LABELING” NO ARCGIS 10.1

Geralmente, “labeling” é o processo de colocar texto descritivo em cima, ou próximo de um objeto no mapa. No software **ArcGIS**, este processo refere-se especificamente ao processo de gerar e colocar automaticamente esse texto descritivo para as features de um mapa. Neste software existem duas formas de fazer este processo: “*Standard label Engine*”, e “*Maplex Label Engine*” (que disponibiliza mais recursos para a colocação das “labels”).

O método usado para a colocação das “labels” no mapa final foi o *Maplex Label Engine*, pois permite ter acesso a um conjunto de propriedades para a colocação das “labels”, que permite controlar:

- Como as “labels” serão orientadas e colocadas
- Como irá ser formatada a “label”
- Como as “labels” serão colocadas em caso de conflito

Para além dos tipos de feature padrão, o Maplex oferece opções de colocação, para ruas, rios, curvas de nível, fronteiras, e parcelas de terreno.

2.2. “LABELING TOOLBOX”

Para que seja possível utilizar o *Maplex label Engine* é necessário ativa-lo, ou através da toolbox “labeling” (Figura 53) ou através das propriedades do Data Frame.

Na figura seguinte é apresentada esta toolbox, de onde foram controladas todas as “labels” apresentadas no mapa final. Em qualquer altura é possível bloquear as “labels” (“*Lock labeling*”), uma operação bastante útil visto que qualquer alteração de zoom gera um novo “labeling”, ou fazer o “*Pause labeling*”, caso seja necessária fazer alguma alteração à feature. Estas opções são uteis pois o processo de “labeling” é um processo lento, e fazendo uma pausa ou bloqueando as “labels”, permite fazer alterações sem que esteja a ser feito o “labeling” de cada vez.

Através das opções de Prioridade e pesos das “labels” foi possível definir quais as “labels” com mais prioridade para serem apresentadas.

Com a opção “View Unplaced” “labels” activa, é possível destacar as “labels” que não foram colocadas e foi também estabelecida a qualidade para a colocação das “labels” como “best”, visto que a outra opção “fast” não é notoriamente mais rápida e em termos de qualidade de posicionamento das “labels” revelou-se bastante inferior.

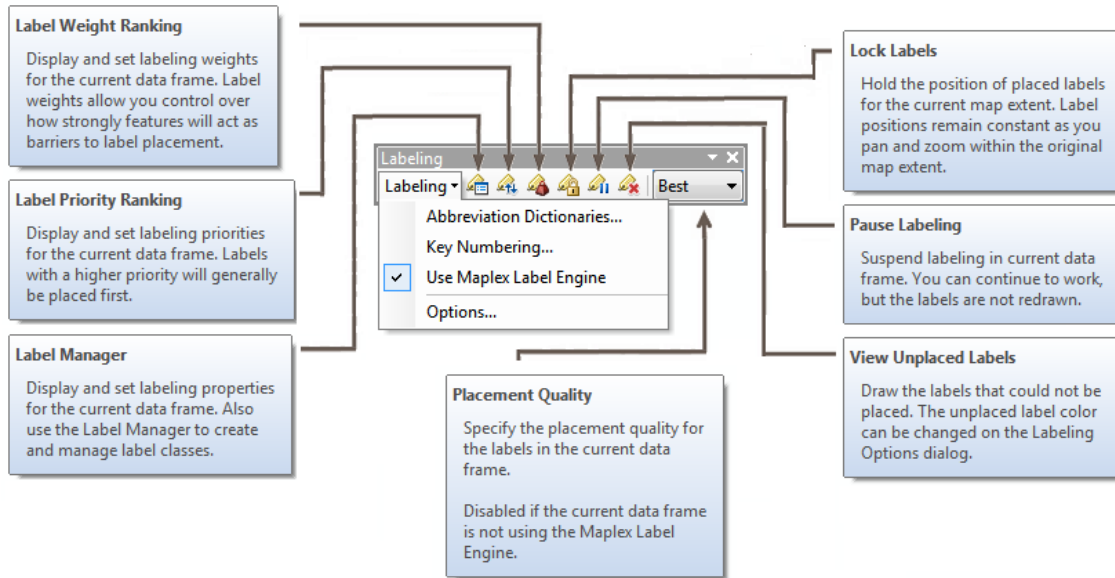


Figura 53 – “Labeling Toolbox”.

2.3. “LABELING” DOS “LAYERS” CARTOGRÁFICOS

- EIXOS DE VIA

Relativamente aos eixos de via, os “labels” com o nome da via apenas serão apresentados para as primeiras três classificações, enquanto que as “labels” com a indicação da quilometragem entre cruzamentos serão apresentados até a classificação 4. Sendo que quer a “label” com a indicação do nome das vias, quer a “label” com indicação relativa aos quilómetros, ambas serão diferenciadas relativamente à classificação.

Para as “labels” com indicação do nome da via (ROUTENUM), foram criadas duas classes de “label” diferentes, uma apenas para a primeira classificação e outra para as classificações 2 e 3.

As propriedade definidas para estas duas classes de “label” foram as apresentadas nas figuras seguintes, sendo que estas apenas diferem na cor.


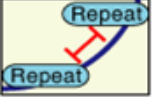
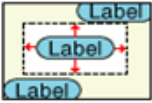
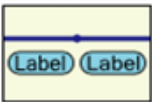
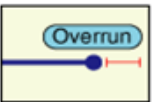
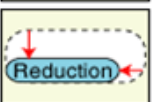

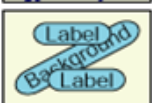
Placement Properties - Labels com o nome das vias	
Label Position	Label Density
 <div>Straight and centered on line</div>	<div>  <input checked="" type="checkbox"/> Repeat label </div> <div>  <div>Label Buffer (% font height):</div> <div> <input type="text" value="8"/> <input type="checkbox"/> Hard constraint </div> </div> <div>  <input checked="" type="checkbox"/> Connect features </div>
Fitting Strategy	
<div>  <input checked="" type="checkbox"/> Overrun feature </div> <div>  <input checked="" type="checkbox"/> Reduce font size </div>	<div>  <div>Feature weight:</div> <div> <input type="text" value="3"/> </div> </div> <div>  <input checked="" type="checkbox"/> Background label (placed first) </div>

Tabela 4 – “Placement Properties” - “labels” com o nome das vias

No caso das “labels” indicativas dos quilómetros entre cruzamentos (KM), as opções foram diferentes, foi necessário previamente criar outras duas novas classes, uma para os quilómetros das vias com classe 1 e outra para as vias de classificação 2,3 e 4. Em seguida foram estabelecidos os mesmos critérios de posicionamento das “labels”, apenas diferindo-os em tamanho e cor.

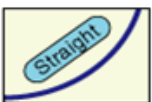
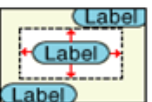

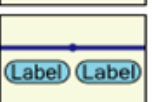
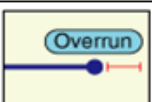

Placement Properties - Labels com os quilómetros entre cruzamentos	
Label Position	Label Density
 <div>Straight and offset from line</div>	<div>  <div>Label Buffer (% font height):</div> <div> <input type="text" value="8"/> <input checked="" type="checkbox"/> Hard constraint </div> </div> <div>  <div>Minimum feature size for labeling:</div> <div> <input type="text" value="0"/> <div>Map Units</div> </div> </div> <div>  <input checked="" type="checkbox"/> Connect features </div>
Fitting Strategy	
<div>  <input checked="" type="checkbox"/> Overrun feature </div>	<div>  <input checked="" type="checkbox"/> Background label (placed first) </div>
Conflict Resolution	

Tabela 5 – “Placement Properties” - “Labels” com os quilómetros entre cruzamentos.

A Tabela 6 apresenta as classes de “label” relativas aos eixos de via e a sua representação. Em relação à classificação 4, esta foi apenas rotuladas com os quilómetros entre cruzamentos, e as propriedades foram as mesmas que as definidas para as classificações 2 e 3.







Classif	ROUTNUM	KM
Classificação 1	Font: Arial Size: 3 Style: Bold 	Font: Arial Size: 4 Style: Bold 
Classificação 2 e 3	Font: Arial Size: 3  	Font: Arial Size: 3 
		Font: Arial Size: 3 

Tabela 6 – Classes de “label” definidas para os eixos de via.

- POVOAÇÕES

No caso do “Labeling” das povoações, foi inicialmente criado um dicionário de abreviaturas a ser utilizado. Este procedimento foi implementado em quase todas as “labels” colocadas no mapa. O dicionário foi criado através da opção “*Abbreviation Dictionaries*” (Figura 50), e para que este seja utilizado pelo “*Maplex Label Engine*” é necessário ativar a opção “*Abbreviate Label*” (Tabela 8) em cada uma das classes.

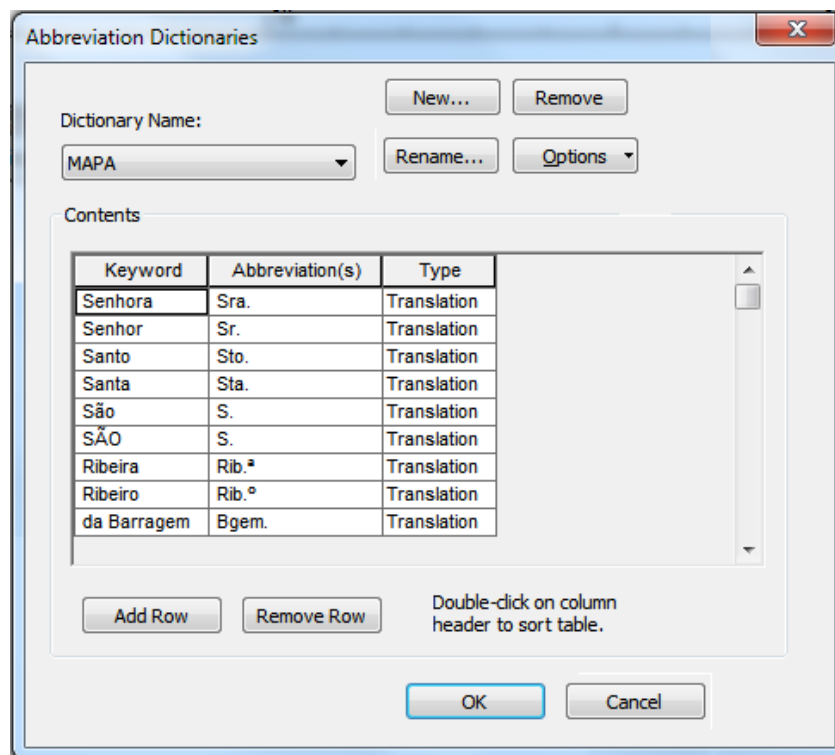


Figura 50 – “Abbreviation Dictionaries”.

Tal como foi executado com os eixos de via, as Povoações também foram divididas pelos distritos correspondentes, de forma à rotulação ser mais rápida e eficiente.

No caso das povoações, como estas serão representadas com o símbolo e a respetiva “label”, foi necessário verificar se a simbologia adotada não se sobrepunha às “labels” das povoações. Esta verificação foi feita

Para que fosse possível utilizar o “*Maplex Label Engine*” para ter em consideração os símbolos das povoações, na colocação das “labels”, foi necessário definir que os símbolos tenham associada uma “label” sem cor de forma a poder evitar a sobreposição.

Para isso foi previamente necessário criar três novas classes de “label” para atribuir a cada um dos três primeiros símbolos. Para as Sedes de Freguesia em geral, não foi necessário utilizar a mesma estratégia que para os restantes símbolos, pois estes não influenciavam a legibilidade das “labels”.

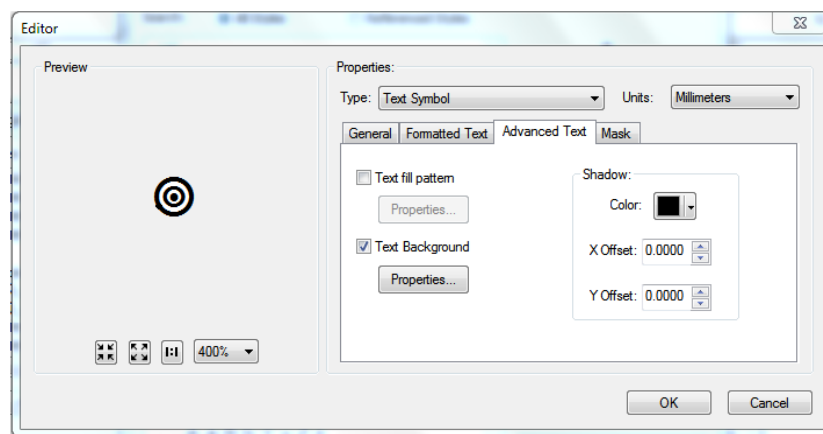


Figura 51 - Edição dos símbolos das povoações;

Ativando a opção “*Text Background*”, e através das propriedades do “*Text Background*”, foi possível atribuir o símbolo que fica por de trás da “label”. O exemplo da imagem anterior é apenas para os símbolos das Sedes de Distrito, mas o mesmo se aplicou aos restantes símbolos das Povoações, sendo que o tamanho da letra foi definido tendo em conta o tamanho do símbolo. Em seguida, foram criadas classes para o “*labeling*” com o nome das povoações (Tabela 7) e definidas as seguintes propriedades para cada uma delas:

Label Classes	Label Field	Text Symbol	SQL Query
Sede de Distrito	city	Font: Arial Size: 12 Style: Bold PORTO	"ADMINCLASS" = 'SD'
Cidade Sede de Concelho	city	Font: Arial Size: 6 Style: Bold MATOSINHOS	"ADMINCLASS" = 'SC' AND "CITY" <> "
Sede de concelho não cidade	name_map	Font: Arial Size: 5 Style: Bold BAIÃO	"ADMINCLASS" = 'SC' AND "CITY" = "
Cidade Sede de Freguesia	name_map	Font: Arial Size: 5 Style: Bold Valbom	"ADMINCLASS" = 'SF' AND "CITY" <> "
Sede de Freguesia não Cidade	name_map	Font: Arial Size: 4,5 Madalena	"ADMINCLASS" = 'SF' AND "CITY" = "

Tabela 7 – Classes de “label”

Em seguida foi necessário definir as propriedades de posicionamento das “labels” das povoações, que são apresentadas na tabela seguinte.



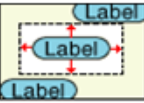

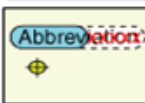

Placement Properties - Povoações	
<div> <div>  <div>Offset</div> </div> <div>  <div>Zones</div> </div> </div> <div> <div>Best position around point</div> <div><input checked="" type="checkbox"/> User-defined zones</div> </div>	<div> <div>  <div>Label</div> </div> <div> <div>Label Buffer (% font height):</div> <div> <input type="text" value="15"/> <input type="checkbox"/> Hard constraint </div> </div> </div>
<div> <div>  <div>Stacked</div> </div> <div>  <div>Abbreviation</div> </div> </div> <div> <div><input checked="" type="checkbox"/> Stack label</div> <div>Options...</div> </div> <div> <div><input checked="" type="checkbox"/> Abbreviate label</div> <div>Options...</div> </div>	<div> <div>  <div>Place</div> </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Never remove (place overlapping) </div> </div>

Tabela 8 – “Placement Properties” - Povoações.

Na figura seguinte pode observar-se, para o distrito de Aveiro, as “labels” das povoações assim como a simbologia adotada, pode-se verificar que as “labels” não se sobrepõem nem aos símbolos, nem entre elas nem mesmo aos nós.



Figura 52 – Exemplo de “labeling” das Povoações para o Distrito de Aveiro

- HIDROGRAFIA

Inicialmente foi necessário definir as classes para o “labeling”. Foi previamente adicionado um campo à base de dados (class_map), onde permitisse a sua identificação. Para ajudar nesta classificação, foram selecionadas por atributos cada uma das classes usando as seguintes instruções SQL, e registada a sua class_map.:

	SQL Query
Oceano	NAME = 'Oceano Atlântico'
Principais Rios	"NAME" = 'Rio Minho' OR "NAME" = 'Rio Mondego' OR "NAME" = 'Rio Tejo' OR "NAME" = 'Rio Sado' OR "NAME" = 'Rio Guadiana' OR "NAME" = 'Rio Douro'
2º Principais Rios(as)	"class" <> 2 and "NAME" LIKE 'Rio %' AND "DISPCCLASS" = '1' OR "NAME" LIKE 'Ria %'
Outros Rios	"class" <> 2 and "class" <> 3 AND "NAME" LIKE 'Rio %'
Ribeiros (as)	"NAME" LIKE 'Rib%'
Albufeiras das Barragens	"NAME" LIKE 'Albufeira%'
Outros	"NAME" <> ' ' AND "class" = 0

Tabela 9 – “SQL Querys” para as classes da Hidrografia.

Como a Hidrografia foi fornecida na forma de Polígonos, não foi possível usar as propriedades de posicionamento das “labels” usadas para o tipo linha (“River Placement”). As propriedades de posicionamento apresentadas na Tabela 10 foram as definidas para os Principais Rios.



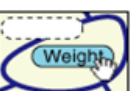




Placement Properties - Labels com o nome da Hidrografia (Principais Rios)	
Label Position  Curved and offset from polygon  <input checked="" type="checkbox"/> Spread characters	Conflict Resolution  Interior feature weight: <input type="text" value="1"/>  Boundary feature weight: <input type="text" value="0"/> <input checked="" type="checkbox"/> Background label (placed first)
Label Density  <input checked="" type="checkbox"/> Overrun feature	 <input checked="" type="checkbox"/> Never remove (place overlapping)
Fitting Strategy  <input checked="" type="checkbox"/> Remove duplicates	

Tabela 10 – “Placement Properties” - Hidrografia (Principais Rios)

Outro exemplo apresentado para as “labels” da Hidrografia foi as Albufeiras das Barragens, o posicionamento desta “label” é logicamente diferente dos Principais Rios, e as propriedades são algo diferentes, como se pode observar na seguinte tabela.

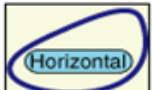


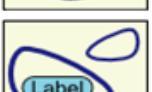


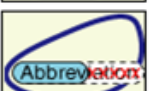

Placement Properties - Labels com o nome da Hidrografia (Albufeiras das Barragens)	
Label Position  Horizontal within the polygon	Label Density  Label Buffer (% font height): <input type="text" value="18"/> <input checked="" type="checkbox"/> Hard constraint  Minimum feature size for labeling: <input type="text" value="1"/> Map Units  <input checked="" type="checkbox"/> Label largest feature part
Fitting Strategy  <input checked="" type="checkbox"/> Stack label  <input checked="" type="checkbox"/> Overrun feature  <input checked="" type="checkbox"/> Abbreviate label	Conflict Resolution  <input checked="" type="checkbox"/> Background label (placed first)

Tabela 11 – “Placement Properties” – Albufeiras das Barragens

Para as restantes classes, também foram definidas propriedades de posicionamento para as “labels”, tendo em consideração a classe e tipo. No Anexo 10 estão apresentadas as propriedades definidas para cada uma das restantes classes.

O posicionamento das “labels” das albufeiras resulta melhor que o posicionamento das “labels” dos rios, pois as propriedades apresentadas são para o tipo polígonos. Na tabela seguinte é apresentada a simbologia e as características de texto relativas a cada uma das classes de “label”.








Label Classes		Text Symbol	Label Classes		Text Symbol
Oceano	Font: Arial Size: 8 Style: Bold		Ribeiros (as)	Font: Arial Size: 4	
Principais Rios	Font: Arial Size: 4,5 Style: Bold		Albufeiras das Barragens	Font: Arial Size: 4	
2º Principais Rios	Font: Arial Size: 5 Style: Bold		Outros	Font: Arial Size: 4	
Outros Rios(as)	Font: Arial Size: 4,5				

Tabela 12 – Propriedades de texto e simbologia para as “labels” da Hidrografia.

- ÁREAS PROTEGIDAS

Para as “labels” relativas às áreas protegidas foi apenas necessário criar uma única classe de “label” com as propriedades de texto apresentadas na Tabela 13.

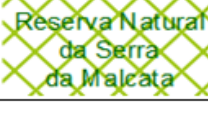
Label Class	Label Field		Text Symbol
a_protegidas	name_disp	Font: Arial Size: 6	

Tabela 13 - Propriedades do texto para as “labels” das áreas protegidas.

Em relação às propriedades de posicionamento das áreas protegidas, estas são apresentadas na Tabela 14.

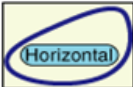

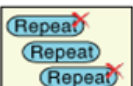


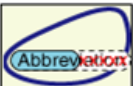


Placement Properties - Labels com o nome das Áreas Protegidas	
Label Position	Fitting Strategy
 <p>Horizontal within the polygon</p>	 <input checked="" type="checkbox"/> Stack label
<p>Label Density</p>  <input checked="" type="checkbox"/> Remove duplicates	 <input checked="" type="checkbox"/> Overrun feature
 <p>Label Buffer (% font height): 15 <input checked="" type="checkbox"/> Hard constraint</p>	 <input checked="" type="checkbox"/> Abbreviate label
Conflict Resolution	
 <input checked="" type="checkbox"/> Background label (placed first)	
 <input checked="" type="checkbox"/> Never remove (place overlapping)	

Tabela 14 – “Placement Properties” – Áreas Protegidas

Definindo as propriedades anteriores, a colocação das “labels” de todas as áreas protegidas é garantida.

- PONTOS DE INTERESSE (POI'S)

No caso dos POI's e como grande parte destes estavam sobrepostos entre eles, foi necessário tentar apresentar o maior número de pontos de interesse mesmo que estes fossem coincidentes. Assim sendo, tal como com nos símbolos das povoações, foi utilizado o Maplex para ter em consideração a colocação dos ícones relativos aos pontos de interesse.

Previamente foram criadas classes de “label” para cada um dos pontos de interesse. Em seguida definiu-se a simbologia da layer para ter tamanho 0, e a sua cor para “no color”, tal como foi feito para as povoações. A ideia é que vá ser feito o “labeling” dos pontos com um símbolo, em vez de colocar o texto como geralmente acontece, isto é, o “Text symbol background” será de facto o ícone relativo a cada ponto de interesse [5].

Para que o “Maplex Label Engine” coloque a primeira etiqueta e em seguida desloque os símbolos sobrepostos foi necessário definir algumas propriedades, tal como foi feito com os símbolos das povoações. Como os ícones dos pontos de interesse foram disponibilizados pela InfoPortugal em formato EMF (*Enhanced MetaFile*), foi ativada a

opção “*Marker Text Background*” e em seguida “*Picture Marker Symbol*” para permitir a utilização dos símbolos disponibilizados. Foi também necessário definir as seguintes “*Placement Properties*”:


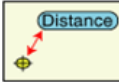


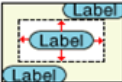
Placement Properties - Labels com o símbolo dos POI's	
Label Position	Label Density
<div>  <div>Best position around point</div> </div> <div> <div>Label Offset</div> <div>  <div>Preferred Offset: <input type="text" value="0.25"/> Points</div> <div>Maximum Offset: <input type="text" value="3000"/> % of preferred offset</div> </div> </div> <div> <div>  <div><input checked="" type="checkbox"/> User-defined zones</div> </div> </div>	<div>  <div><input checked="" type="checkbox"/> Remove duplicates</div> </div> <div> <div>  <div>Label Buffer (% font height): <input type="text" value="1"/> <input checked="" type="checkbox"/> Hard constraint</div> </div> </div>

Tabela 15 – “*Placement Properties*” - POI's

Os valores definidos para o “*Preferred Offset*” da “label” foram estabelecidos através de uma análise visual da proximidade entre POI's, e em termos de densidade o valor de 1% justifica-se pelo facto de serem representados o maior número de POI's. Na Figura 53, é possível observar os pontos de interesse colocados, apenas fazendo uso do Maplex.

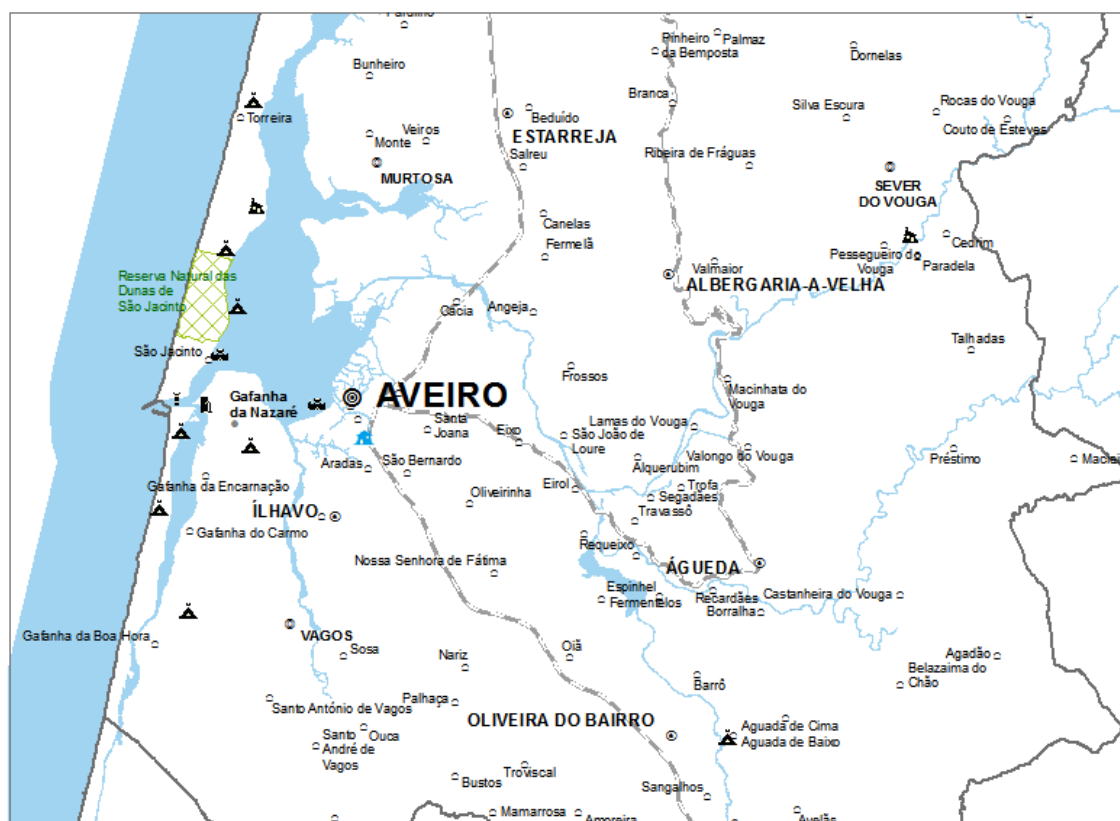


Figura 53 - POI's para o Distrito de Aveiro

Analisando a figura anterior, pode verificar-se que os pontos de interesse não se sobrepõem entre eles, nem aos símbolos e “labels” das Povoações.

- SERRAS

Relativamente às “labels” das Serras de Portugal, foram estabelecidas as seguintes propriedades para o texto:

Label Class	Label Field	Text Symbol	
Serras	name_disp	Font: Arial Size: 6 Style: Bold	SERRA DA LAMEIRA

Tabela 16 - Propriedades do texto relativas à “label” das Serras.

Foram também definidas as seguintes propriedades para o posicionamento das “labels”:

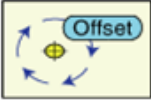
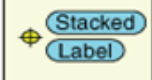
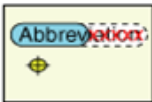
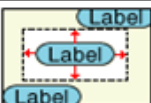

Placement Properties - Labels com o nome das Serras	
Label Position  <p>Best position around point</p>	Fitting Strategy <div>  <input checked="" type="checkbox"/> Stack label </div> <div>  <input checked="" type="checkbox"/> Abbreviate label </div>
Label Density  <p>Label Buffer (% font height): <input type="text" value="10"/> <input type="button" value="up"/> <input type="button" value="down"/> <input checked="" type="checkbox"/> Hard constraint </p>	
Conflict Resolution  <p><input checked="" type="checkbox"/> Background label (placed first)</p>	

Tabela 17 – “Placement Properties” - Serras de Portugal.

Não é garantida a colocação de todas as “labels” das Serras de Portugal, estas apenas serão colocadas se existir espaço para isso.

- PRAIAS MARÍTIMAS E CABOS

Para as “labels” referentes às praias marítimas e aos cabos, as propriedades definidas para o símbolo do texto foram as seguintes:

Label Class	Label Field	Text Symbol	
Praias	name	Font: Arial Size: 6	Cabo Mondego
Cabos	nome	Font: Arial Size: 4,5 Style: Bold	PRAIADA MURTINHEIRA

Tabela 18 - Propriedades do texto relativas às “labels” das Praias e Cabos.

As “Placement Properties” definidas para as praias e para os cabos foram semelhantes, sendo que relativamente à existência de conflitos entre “labels”, os cabos devem ser sempre apresentados, as praias apenas quando existir espaço para as mostrar.




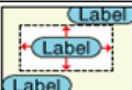


	Praias Marítimas	Cabos
Label Position	 Horizontal and West of point	 Horizontal and West of point
Label Density	 Label Buffer (% font height): <input type="text" value="8"/> <input checked="" type="checkbox"/> Hard constraint	 Label Buffer (% font height): <input type="text" value="8"/> <input checked="" type="checkbox"/> Hard constraint
Conflict Resolution		 <input checked="" type="checkbox"/> Never remove (place overlapping)

Tabela 19 – “Placement Properties” - Praias Marítimas e Cabos.

Na figura 54 é apresentado um exemplo da colocação das “Labels” relativas aos Cabos e às Praias Marítimas.



Figura 54 – Exemplo das “labels” referentes às praias marítimas e cabos

2.4. CONVERT “LABELS” TO ANNOTATION

Em seguida, após definidas as propriedades no Maplex para todas as “layers”, e como algumas “labels” podem ainda estar sobrepostas ou não terem sido colocadas, foi necessário converter as “labels” para anotações.

Quando as “labels” são convertidas para anotações, a principal escolha é se estas ficam armazenadas no mapa ou numa geodatabase (Figura 55 – “Convert Labels to Annotation”). Foi decidido que estas seriam armazenadas usando a opção “In a

database”, pois a opção *“In the map”* deixa de ser uma boa escolha quando temos muitas anotações. Foi ativada a opção *“feature-linked”*, desta forma, é criada uma relação entre a anotação e a feature. Por exemplo, se a feature for movida, a *“label”* move-se com ela, da mesma forma que se a feature for eliminada, a anotação também é removida.

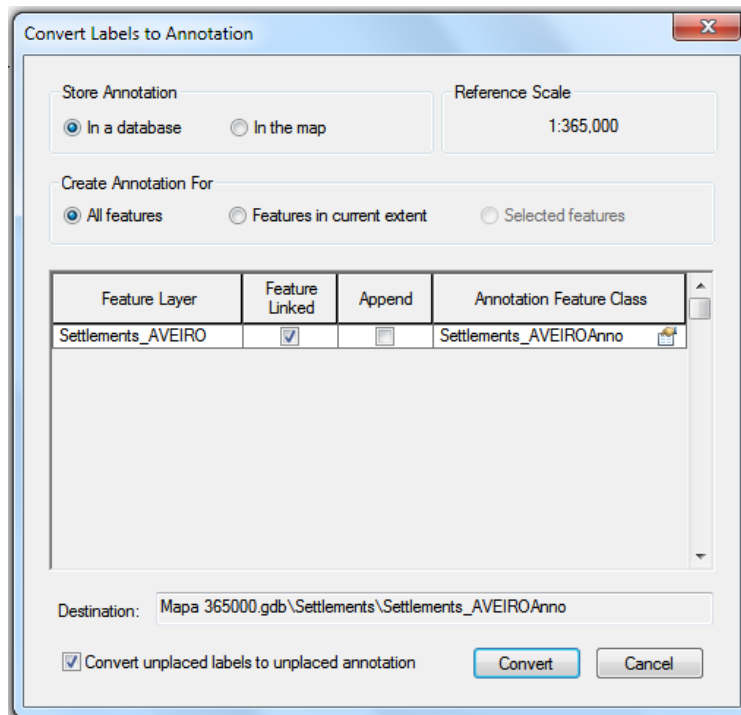


Figura 55 – “Convert Labels to Annotation”.

As *“labels”* que não tenham sido colocadas ficam registadas como *“Unplaced labels”*, o que permite verificar e corrigir estas falhas na colocação. Foram também verificados os casos em que as *“labels”* ainda se sobrepunham.

Através da figura seguinte é possível verificar que as *“labels”* de todos os *“layers”* cartográficos foram colocadas, e sem sobreposição.



Figura 56 - Representação final dos "labels" de todos os "layers" cartográficos

CAPÍTULO VI

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A generalização cartográfica, e mais propriamente a generalização cartográfica semi-automática, pode ser um assunto não muito conhecido do público em geral, mas é um processo de ligação essencial entre os dados originais e os utilizadores de informação geográfica e de aplicações SIG. É necessário ter em consideração que a generalização cartográfica depende do tipo de mapa, do seu principal objectivo assim como da variação entre as escalas original e final.

O planeamento das tarefas estabelecido para o trabalho, foi-se alterando, quer porque surgiu a possibilidade de utilizar as novas ferramentas de generalização da versão 10.1, quer porque houve alterações ao trabalho, sugeridas por parte da Empresa. Contudo a realização do processo de generalização manual, que vinha a ser utilizado pela empresa até então, permitiu compreender a evolução de todo o trabalho realizado.

Relativamente aos objectivos do estágio, apenas não foi realizado o teste de actualização da informação. Mas, uma possibilidade da informação poder ser actualizada, é identificando os distritos em que as vias foram actualizadas, e exportar apenas as vias actualizadas para cada distrito. Em seguida as actualizações devem passar por todos os processos de generalização e simplificação, e garantindo a conexão com as vias já existentes. Posteriormente devem ser convertidas como representações e adicionadas à Geodatabase geral.

Em geral, os objectivos propostos para o trabalho foram cumpridos, apesar de terem existido algumas alterações ao objectivo inicial do estágio que era a elaboração de um mapa de todo o território nacional.

Infelizmente, não foi possível terminar o mapa nacional, mas foram estudados e testados todos os processos semi-automáticos de generalização e simbolização necessários à produção do mapa de estradas de todo o território nacional.

A nível pessoal e profissional, a oportunidade de realizar este estágio curricular foi uma experiência gratificante e enriquecedora. Ofereceu-me a oportunidade de trabalhar na InfoPortugal. Gostaria de destacar o bom ambiente de equipa e

camaradagem existente no departamento de Cartografia, onde o apoio e a entreatajuda são práticas comuns. Aqui tive a oportunidade de aprender como todo o processo de desenvolvimento de um mapa Nacional funciona e a importância de um sistema de produção de mapas eficaz e semi-automático.

A aprendizagem das tecnologias utilizadas foi feita de forma autodidacta, embora todos os colaboradores estivessem sempre disponíveis para ajudar em qualquer dificuldade encontrada.

Este projecto permitiu-me aprender e trabalhar com ferramentas nunca antes utilizadas, e como tal foi bastante enriquecedor devido à importância que estas têm no panorama actual de produção de mapas.

Apesar de alguma indefinição no princípio de quais os contornos do projecto de estágio, no final foi possível vê-lo concluir-lo de maneira positiva e com sucesso.

CONTRIBUTO PARA A EMPRESA

Como a elaboração de mapas assume um papel fundamental na estrutura da InfoPortugal, a realização deste estágio ajudou numa forma de otimizar o processo de elaboração dos mesmos, através da utilização de processos de generalização e simbolização semi-automáticos.

Relativamente ao processo de generalização cartográfica, pode concluir-se que a utilização das ferramentas semi-automáticas, disponíveis na versão 10.1 do software ArcGIS, é uma mais-valia para a InfoPortugal, pois permite reduzir, significativamente, o tempo de produção de um mapa.

Analogamente, no processo semi-automático de “Labeling” é possível afirmar que este pode ter um grande contributo para a empresa, pois permite igualmente reduzir o tempo dispendido a inserir/manipular manualmente todas as “labels”.

Desta forma, pode afirmar-se que a realização deste estágio constituiu um contributo para a empresa onde foi realizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ESRI (1996), “**Automation of Map Generalization**”, The Cutting-Edge Technology, Environmental Systems Research Institute, Inc. New York Street, Redlands, CA 92373-8100 United States of America.
- [2] Joaquim Alves Gaspar, “**Cartas e Projecções Cartográficas**” – 3ª Edição Actualizada e Aumentada – LIDEL, 2005.
- [3] Menno-Jan Kraak, Ferjan Ormeling, “**Cartography: Visualization of Geospatial Data**”, Pearson Education Limited, 2003.
- [4] K. Stuart Shea, Robert B. McMaster, “**Cartographic Generalization in a Digital Environment: When and How to Generalize**”, Department of Geography University of Minnesota 55455 and The Analytic Sciences Corporation 12100 Sunset Hills Road, Reston, Virginia 22090.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- [5] ESRI (2000), “**Map Generalization in GIS: Practical Solutions with Workstation ArcInfo Software**”, The Cutting-Edge Technology, Environmental Systems Research Institute, Inc. New York Street, Redlands, CA 92373-8100 United States of America.
- [6] Jan Terje Bjørke and Espen Isaksen, “**Map Generalization of Road Networks: Case study from Norwegian small scale maps**”, Norway.
- [7] Cynthia A. Brewer, Lawrence V. Stanislawski, Barbara P. Battenfield, Paulo Raposo, Kevin A. Sparks; Michael A. Howard, “**Multiscale Design for The National Map of the United States: Road Thinning for Topographic Mapping**”, 2012.
- [8] Paulo Márcio L. de Menezes, “**Notas de aula da disciplina de Cartografia**”, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Geografia.
- [9] ESRI, “**ArcGIS Help 10.1 – Resource Center**”:
<http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/>
- [10] ESRI (2004-2008), “**Maplex for ArcGIS Tutorial**”:
http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/pdf/Maplex_for_ArcGIS_Tutorial.pdf

- [11] Charlie Frye (2007) , **ArcGIS Resources – Displaying coincident points:**
<http://blogs.esri.com/esri/arcgis/2007/08/27/displaying-coincident-points/>

ANEXOS

Anexo 1

Simplify Line

Anexo 2

Smooth Line

Anexo 3

Merge Divided Roads

Anexo 4

Collapse Road Detail

Anexo 5

Thin Road Network

Anexo 6

Resolve Road Conflicts

Anexo 7

Propagate Displacement

Anexo 8

Create Overpass

Anexo 9

Base de dados fornecida pela InfoPortugal

Anexo 1 - SIMPLIFY LINE

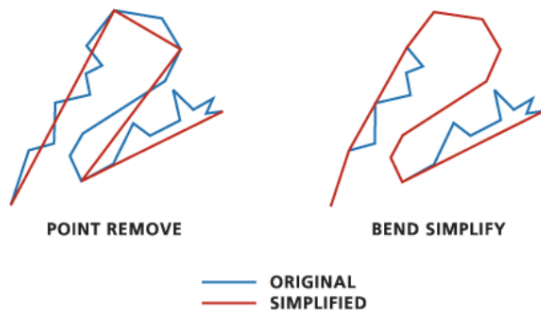
Summary

Simplifies lines by removing extraneous bends while preserving essential shape.

[Learn more about how Simplify Line works](#)

License Level: ☐ Basic ☒ Standard ☒ Advance

Illustration



Usage

- There are two simplification methods:
 - The **point remove** method is faster but less refined. It removes redundant vertices. Use this method for data compression or more coarse simplification. The angularity of the resulting line will increase significantly as the tolerance increases, so the line may become less aesthetically pleasing.
 - The **bend simplify** method is slower but typically produces results that are more faithful to the original features. It operates by eliminating insignificant bends along lines. Use this method for more refined simplification.
- The **simplification tolerance** value determines the degree of simplification. Set the tolerance equal to or greater than the minimum allowable spacing between graphic elements. Using the same tolerance, **point remove** produces rougher and more simplified results than **bend simplify**.
- The tool produces two output feature classes: a line feature class to store the simplified lines and a point feature class to store points that represent any lines that were collapsed to zero-length. The point output name and location are automatically derived from the output line name with a `_Pnt` suffix. The output line feature class will contain all the fields present in the input feature class. The output point feature class will not contain any of these fields.
- There are options for handling topological errors in the output:
 - The **Check for topological errors** parameter identifies topological errors introduced by the simplification process. When the option is checked, the **Resolve topological errors** parameter will also be enabled. Processing is faster without a topology check, but you should use this parameter if you do not have confidence in the topological accuracy of the data.
 - The line output will contain two new fields to indicate whether or not a feature has a topological error. `InLine_FID` and `SimLnFlag` contain the input feature IDs and topological errors, respectively. A value of 1 indicates an error was introduced, while 0 (zero) indicates that no errors were introduced.
 - The flag values will remain in place after a topological error has been resolved. Use the `SimLnFlag` field to examine features that have topological errors.
- The **Check for topological errors** and **Resolve topological errors** parameters cannot be used within an edit session. Disable the **Check for topological errors** parameter in order to run the tool within an edit session.

Syntax

SimplifyLine_cartography (in_features, out_feature_class, algorithm, tolerance, {error_resolving_option}, {collapsed_point_option}, {error_checking_option})

Parameter	Explanation	Data Type
in_features	The line features to be simplified.	Feature Layer
out_feature_class	The output line feature class to be created.	Feature Class
algorithm	Specifies the line simplification algorithm. <ul style="list-style-type: none"> POINT_REMOVE—Keeps the so-called critical points that depict the essential shape of a line and removes all other points. This is the default. BEND_SIMPLIFY—Keeps the main shape of a line and removes extraneous bends. 	String
tolerance	The tolerance that determines the degree of simplification. A tolerance must be specified, and it must be greater than zero. You can choose a preferred unit; the default is the feature unit. <ul style="list-style-type: none"> For POINT_REMOVE algorithm, the tolerance you specify is the maximum allowable offset of each vertex from its original location. This value may be reduced locally in some areas when the option is used to resolve topological errors. For BEND_SIMPLIFY algorithm, the tolerance you specify is the length of the reference bend baseline. 	Linear unit
error_resolving_option (Optional)	Specifies how the topological errors (possibly introduced in the process, including line crossing, line overlapping, and collapsed zero-length lines) will be handled. This parameter will be in effect when the <code>error_checking_option</code> is CHECK (the default). <ul style="list-style-type: none"> FLAG_ERRORS—Specifies to flag topological errors, if any are found. This is the default. RESOLVE_ERRORS—Specifies to resolve topological errors, if any are found. 	Boolean

collapsed_point_option (Optional)	<p>Specifies whether to keep collapsed zero-length lines as points if any are found in the process. This option applies only when NO_CHECK is specified or when both FLAG_ERRORS and CHECK options are specified.</p> <ul style="list-style-type: none"> KEEP_COLLAPSED_POINTS —Specifies to keep the collapsed zero-length lines as points. The endpoints of the collapsed lines will be stored in a point feature class at the output feature class location, taking the name of the output feature class plus a suffix _Pnt. This is the default. NO_KEEP —Specifies not to keep the collapsed zero-length lines as points even if they are found in the process; therefore, the point feature class will be empty. 	Boolean
error_checking_option (Optional)	<p>Specifies how the topological errors (possibly introduced in the process, including line crossing, line overlapping, and collapsed zero-length lines) will be handled.</p> <ul style="list-style-type: none"> CHECK —Specifies to check for topological errors and enables the error_resolving_option parameter. This is the default. NO_CHECK —Specifies not to check for topological errors and disables the error_resolving_option parameter. 	Boolean

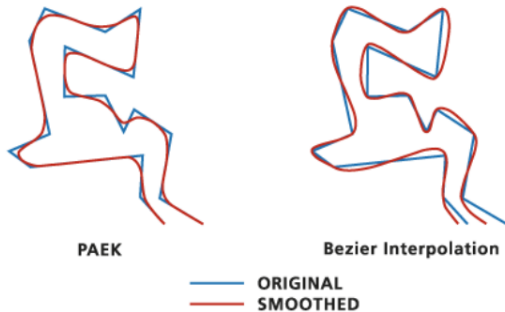
Anexo 2 - SMOOTH LINE

Summary

Smooths sharp angles in lines to improve aesthetic or cartographic quality.

License Level: ☐ Basic ☒ Standard ☒ Advanced

Illustration



Usage

- There are two smoothing methods to choose from:
 - The **PAEK** (Polynomial Approximation with Exponential Kernel) method smooths lines based on a smoothing tolerance. Each smoothed line may have more vertices than its source line. The **Smoothing Tolerance** parameter controls the length of a "moving" path used in calculating the new vertices. The shorter the length the more detail that will be preserved and the longer the processing time.
 - The **BEZIER_INTERPOLATION** method smooths lines without using a tolerance by creating Bezier curves to match the input lines. If the output is a shapefile, the Bezier curves will be approximated, since true Bezier curves cannot be stored in shapefiles.
- Smoothing may introduce topological errors such as line crossings. Use the **FLAG_ERRORS** option in the **Handle Topological Errors** parameter to identify these errors. Two fields will be added—**InLine_FID** and **SmoLnFlag**—to contain input feature IDs and topological errors. Values of 1 in the **SmoLnFlag** field indicate a topology error; 0 (zero) indicates no error. The **InLineFID** field links the output lines to their input lines. The **FLAG_ERRORS** option cannot be used within an edit session.
- Invalid (self-intersecting) geometry may be created during the smoothing process and will be repaired but not improved. For example, if a line self-crosses it will become a multipart line but will still appear self-crossing.

Syntax

SmoothLine_cartography (in_features, out_feature_class, algorithm, tolerance, {endpoint_option}, {error_option})

Parameter	Explanation	Data Type
in_features	The line features to be smoothed.	Feature Layer
out_feature_class	The output feature class to be created.	Feature Class
algorithm	Specifies the smoothing algorithm. <ul style="list-style-type: none"> PAEK —Acronym for Polynomial Approximation with Exponential Kernel. It calculates a smoothed line that will not pass through the input line vertices. This is the default. BEZIER_INTERPOLATION —Fits Bezier curves between vertices. The resulting line passes through the vertices of the input line. This algorithm does not require a tolerance. Bezier curves will be approximated in shapefile output. 	String
tolerance	Sets a tolerance used by the PAEK algorithm. A tolerance must be specified, and it must be greater than zero. You can choose a preferred unit; the default is the feature unit. You must enter a 0 as a placeholder when using the BEZIER_INTERPOLATION smoothing algorithm.	Linear unit
endpoint_option (Optional)	Specifies whether to preserve the endpoints for closed lines. This option works with the PAEK algorithm only.	Boolean
endpoint_option (Optional)	Specifies whether to preserve the endpoints for closed lines. This option works with the PAEK algorithm only. <ul style="list-style-type: none"> FIXED_CLOSED_ENDPOINT —Preserves the endpoint of a closed line. This is the default. NO_FIXED —Smooths through the endpoint of a closed line. 	Boolean
error_option (Optional)	Specifies how the topological errors (possibly introduced in the process, such as line crossing) will be handled. <ul style="list-style-type: none"> NO_CHECK —Specifies not to check for topological errors. This is the default. FLAG_ERRORS —Specifies to flag topological errors, if any are found. 	String

Anexo 3 - MERGE DIVIDED ROADS

Summary

License Level: ☐ Basic ☐ Standard ☒ Advance

Generates single-line road features in place of matched pairs of divided road lanes.

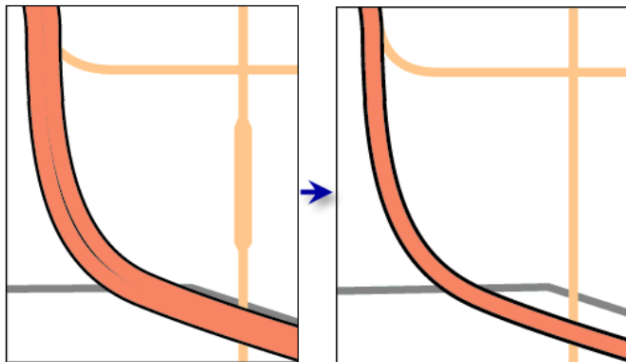
Matched pairs of roads or lanes are merged if they are the same road class, trend generally parallel to one another, and are within the merge distance apart. The road class is specified by the **Merge Field** parameter. All nonmerged roads from the input collection are copied to the output feature class.

[Learn more about how Merge Divided Roads works](#)

Tip: This tool is generally used to simplify a relatively large-scale road collection at a smaller scale, where it is appropriate to depict divided highways and boulevards as a single line. At medium scales, it may be preferable to retain divided roads as separate features. In this case, you can use the [Resolve Road Conflicts](#) tool instead to ensure that symbolized lanes are displayed without symbol conflicts. If both Resolve Road Conflicts and Merge Divided Roads tools will be run on the same collection of roads, it is advisable to run Merge Divided Roads first.

Caution: A warning is raised if the input features are not in a projected coordinate system. This tool relies on linear distance units, which will create unexpected results in an unprojected coordinate system. It is strongly suggested that you run this tool on data in a projected coordinate system to ensure valid results. An error is raised and the tool will not process if the coordinate system is missing or unknown.

Illustration



The Merge Divided Roads tool creates single-line road features in place of divided roads.

Usage

- The output feature class contains single line features representing merged roads and copies of all unmerged input features. Merged features will inherit the attribution from one of the two input features.
- Input features with **Merge Field** parameter values equal to zero are "locked" and will not be merged, even if adjacent features are not locked.
- The optional **Output Displacement Feature Class** parameter creates a feature class of polygons that indicates the amount and direction of displacement that took place. This feature class can be used for visual inspection, for spatial querying, or as an input to the [Propagate Displacement](#) tool.
- If the input is a feature layer drawn with a representation, any shape overrides associated with the representation will be used as the input geometry considered by this tool, and the corresponding geometry in the Shape field will be ignored. The output feature class will contain the feature class representation, but all geometry will be stored in the output Shape field, not as representation shape overrides.
- Processing a large road dataset may exceed memory limitations. In this case, consider processing input data by partition by identifying a relevant polygon feature class in the [Partition Features](#) environment setting. Portions of the data, defined by partition boundaries, will be processed sequentially. The resulting feature classes will be seamless and consistent at partition edges. See [How Merge Divided Roads works](#) for more information about running this tool with partitioning.

Syntax

MergeDividedRoads_cartography (in_features, merge_field, merge_distance, out_features, {out_displacement_features})

Parameter	Explanation	Data Type
in_features	The input linear road features that contain matched pairs of divided road lanes that should be merged together to a single output line feature.	Feature Layer
merge_field	The field that contains road classification information. Only parallel, proximate roads of equal classification will be merged. A value of 0 (zero) locks a feature to prevent it from participating in merging.	Field
merge_distance	The minimum distance apart, in the specified units, for equal-class, relatively parallel road features to be merged. This distance must be greater than zero. If the units are in pt, mm, cm, or in, the value is considered as page units and takes into account the reference scale.	Linear unit
out_features	The output feature class containing single-line merged road features and all unmerged road features.	Feature Class
out_displacement_features (Optional)	The output polygon features containing the degree and direction of road displacement, to be used by the Propagate Displacement tool to preserve spatial relationships.	Feature Class

Anexo 4 - COLLAPSE ROAD DETAIL

Summary

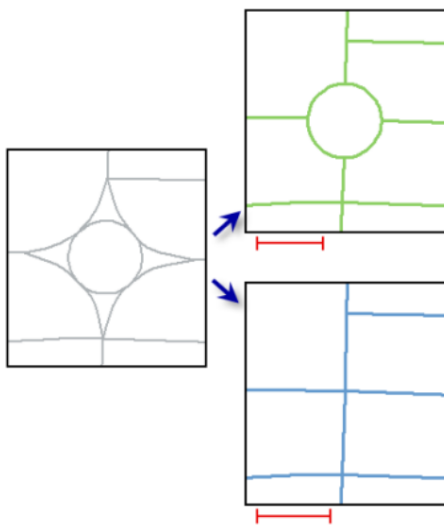
License Level: ☐ Basic ☐ Standard ☒ Advanced

Collapses small, open configurations of road segments that interrupt the general trend of a road network, such as traffic circles, for example, and replaces them with a simplified depiction. Configurations are collapsed regardless of road class if the diameter across the open area is less than or equal to the **Collapse Distance** parameter. All uncollapsed roads from the input collection are copied to the output feature class.

To learn more, see [How Collapse Road Detail works](#).

Tip: This tool is generally used to simplify a relatively large-scale road collection at a smaller scale, where it is appropriate to depict traffic circles or other small interruptions to the network as a simple intersection. At medium scales, it may be preferable to retain these configurations as separate features and possibly exaggerate them. In that case, consider using the [Resolve Road Conflicts](#) tool instead to ensure that symbolized lines are displayed without symbol conflicts. If both Resolve Road Conflicts and Collapse Road Detail tools will be run on the same collection of roads, it is advisable to run Collapse Road Detail first.

Illustration



The Collapse Road Detail tool uses a collapse distance (shown in red) to remove small interruptions in a road network.

Usage

- Dense blocks of streets or other complex arrangements are not collapsed or thinned out. Consider using the [Thin Road Network](#) tool to reduce the density of streets.
- Circles, or similar open road details, that are connected to divided roads are not collapsed to avoid creating very small road segments. Consider running the [Merge Divided Roads](#) tool first to create a single road and collapse the circles after.
- If a circle or other open road detail cannot be modified without impacting network connectivity, collapse does not occur.
- Consider running this tool more than once at different collapse distances to create output suitable for different scales.
- Processing large road datasets may exceed memory limitations. In this case, consider processing input data by partition by identifying a relevant polygon feature class in the [Cartographic Partitions](#) environment setting. Portions of the data, defined by partition boundaries, are processed sequentially. The output feature class is consistent at partition edges.

Syntax

CollapseRoadDetail_cartography (in_features, collapse_distance, output_feature_class)

Parameter	Explanation	Data Type
in_features	The input features containing small enclosed road details, such as traffic circles, to be collapsed.	Feature Layer
collapse_distance	The diameter of or distance across the road detail that is to be considered for collapse.	Linear unit
output_feature_class	The output feature class containing the collapsed features—features that were modified to accommodate the collapse—and all unaffected features.	Feature Class

The location of the log files that may be generated when warnings or errors are raised is different depending on your operating system:

- On Windows XP, log files are written to C:\Documents and Settings\<user name>\Application Data\ESRI\GeoProcessing.
- On Windows Vista and Windows 7, log files are written to C:\Users\<user name>\AppData\Local\ESRI\GeoProcessing.

Anexo 5 - THINROAD NETWORK

Summary

License Level: ☐ Basic ☐ Standard ☒ Advance

Generates a simplified road network that retains connectivity and general character for display at a smaller scale.

This tool does not generate new output. It assigns values in **Invisibility Field** in the input feature classes to identify features that are extraneous and can be removed from view to result in a simplified, yet representative, collection of roads. No feature geometry is altered or deleted.

Features are not actually deleted by Thin Road Network. To actually remove features, consider using the [Trim Line](#) tool.

The resulting simplified road collection is determined by feature significance, importance, and density. Segments that participate in very long itineraries across the extent of the data are more significant than those required only for local travel. Road classification, or importance, is specified by the **Hierarchy Field** parameter. The density of the resulting street network is determined by the **Minimum Length** parameter, which corresponds to the shortest segment that is visually sensible to show at scale.

Learn more about [how Thin Road Network works](#) and see a table of recommended minimum length values to use as a starting point.

Caution: A warning is raised if the input features are not in a projected coordinate system. This tool relies on linear distance units, which will create unexpected results in an unprojected coordinate system. It is strongly suggested that you run this tool on data in a projected coordinate system to ensure valid results. An error is raised and the tool will not process if the coordinate system is missing or unknown.

Illustration



The Thin Road Network tool simplifies a collection of roads while retaining character and connectivity.

Usage

- The invisibility field must be present and named the same for all input feature classes. Features that should remain visible are assigned a value of 0; those that should be removed from the display are assigned a value of 1. Use a layer definition query or a selection to display the resulting simplified collection (for example, `invisibility <> 1`). You can use multiple invisibility fields to store different results—corresponding to different output scales—on the same feature class.
- The hierarchy field identifies the relative importance of features to help establish which features are significant. Hierarchy value 1 indicates the most important features with importance decreasing as hierarchy value increases. For optimal results, use no more than five levels of hierarchy. Input roads with Hierarchy = 0 are considered "locked" and will remain visible, along with adjacent roads necessary for connectivity. The hierarchy field must be present and named the same for all input feature classes. The hierarchy is typically derived from a field that specifies road classification and corresponds to the way that roads are symbolized. It is not related to the concept of hierarchy used in network analysis. Hierarchy values equal to NULL are not accepted by the tool and will raise an error.
- The **Minimum Length** parameter defines a sense of the resolution or granularity of the resulting simplified road collection. It should correspond to a length that is visually significant to include at the final scale. The results of this tool are a balanced compromise between the requirements posed by hierarchy, visibility locking, resolution, and morphology and connectivity of the road geometry. Therefore, the minimum length value cannot necessarily be measured directly in the resulting feature set.
- Processing large road datasets or a number of datasets together may exceed memory limitations. In this case, consider processing input data by partition by identifying a relevant polygon feature class in the [Cartographic Partitions](#) environment setting. Portions of the data, defined by partition boundaries, will be processed sequentially. The resulting feature class(es) will be seamless and consistent at partition edges. See [How Thin Road Network works](#) for more information about running this tool with partitioning.
- The integrity of the results of this tool relies on the topological integrity of the inputs. Proper connections must exist at intersections to faithfully represent the connectivity of the road network. See [How Thin Road Network works](#) for more information about data requirements and other helpful tips.
- If the inputs include a feature layer pointing to a representation, any geometry overrides associated with that representation will be used as the input geometry to determine the morphology and connectivity of the road collection. Similarly, representation visibility overrides will be honored, ensuring that invisible representations are not included in the resulting road collection and that adjacent roads are handled accordingly to maintain connectivity.

Syntax

ThinRoadNetwork_cartography (in_features, minimum_length, invisibility_field, hierarchy_field)

Parameter	Explanation	Data Type
in_features [in_features,...]	The input linear roads that should be thinned to create a simplified collection for display at smaller scales.	Feature Layer
minimum_length	An indication of the shortest road segment that is sensible to display at the output scale. This controls the resolution, or density, of the resulting road collection. If the units are in point, millimeters, centimeters, or inches, the value is considered in page units and the reference scale is taken into account.	Linear unit
invisibility_field	The field that stores the results of the tool. Features that participate in the resulting simplified road collection have a value of 0 (zero). Those that are extraneous have a value of 1. A layer definition query can be used to display the resulting road collection. This field must be present and named the same for each input feature class.	String
hierarchy_field	The field that contains hierarchical ranking of feature importance, where 1 is very important and larger integers reflect decreasing importance. A value of 0 forces the feature to remain visible in the output collection. This field must be present and named the same for each input feature class. Hierarchy values equal to NULL are not accepted and will raise an error.	String

The location of the log files that may be generated when warnings or errors are raised is different depending on your operating system:

- On Windows XP, log files are written to C:\Documents and Settings\<user name>\Application Data\ESRI\GeoProcessing.
- On Windows Vista and Windows 7, log files are written to C:\Users\<user name>\AppData\Local\ESRI\GeoProcessing.

Anexo 6 - RESOLVE ROAD CONFLICTS

Summary

License Level: ☐ Basic ☐ Standard ☒ Advanced

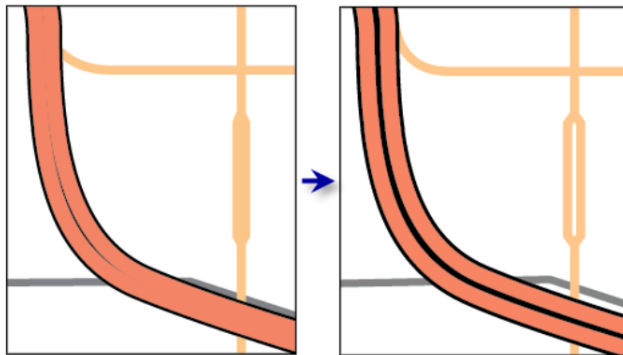
Resolves graphic conflicts among symbolized road features by adjusting portions of line segments.

[Learn more about how Resolve Road Conflicts works](#)

Caution: This tool does not produce output layers but instead alters the source feature classes of the input layers. If the input layers are drawn with a representation (whose editing behavior is set to store shape overrides), the modified features are stored as shape overrides in the representation. If the layer is not drawn with a representation, the geometry of the input features is modified. Using representations is recommended when working with the [conflict resolution tools](#). That way, if the results are not acceptable, or to rerun the tool with different parameters, simply remove the overrides using the [Remove Override](#) tool. It is strongly suggested that you make a copy of your input features if you are not using representations whose editing behavior is set to store shape overrides.
[Learn more about representations](#)

Caution: A warning is raised if the input features are not in a projected coordinate system. This tool relies on linear distance units, which will create unexpected results in an unprojected coordinate system. It is strongly suggested that you run this tool on data in a projected coordinate system to ensure valid results. An error is raised and the tool will not process if the coordinate system is missing or unknown.

Illustration



Road network before and after the Resolve Road Conflicts tool

Usage

- This tool is typically used when producing relatively large-scale products where it is preferable to display divided roads with multiple lanes that are visually distinct. At smaller scales, you may want to use the [Merge Divided Roads](#) tool to display a single representative line for these features instead. If your workflow includes running both tools on the same collection of roads, it is advisable to merge roads prior to resolving road conflicts.
- The **Hierarchy Field** parameter is used to specify the hierarchical importance of each road class. Lower integers specify more significant roads, with hierarchy equal to 1 for the most important roads. Movement will be minimized for the most important roads; lower hierarchy roads generally will be moved to accommodate higher hierarchy roads. The hierarchy field must be present and named the same for all input feature classes.
- This tool operates by assessing graphic conflicts of symbolized features. The symbology extent and the reference scale are considered in conjunction with one another. Run this tool only after you have finalized the appearance of your symbols and ensure that the reference scale corresponds to the final intended output scale.
- You can lock features from displacement by calculating the **Hierarchy Field** value equal to 0 (zero). This is useful when a road should not be moved because of its a spatial relationship with other map features, especially continuous data like elevation, and should not be moved.
- Processing large road datasets or a number of datasets together may exceed memory limitations. In this case, consider processing input data by partition by identifying a relevant polygon feature class in the [Cartographic Partitions](#) environment setting. Portions of the data, defined by partition boundaries, will be processed sequentially. The resulting feature classes will be seamless and consistent at partition edges. See [How Resolve Road Conflicts works](#) for more information about running this tool with partitioning.
- The optional **Output Displacement Feature Class** parameter creates a feature class of polygons that indicates the amount and direction of displacement that took place. This feature class can be used for visual inspection, for spatial querying, or as an input to the [Propagate Displacement](#) tool.

Syntax

ResolveRoadConflicts_cartography (in_layers, hierarchy_field, {out_displacement_features})

Parameter	Explanation	Data Type
in_layers {in_layers,...}	The input feature layers containing symbolized road features that may be in conflict.	Layer
hierarchy_field	The field that contains hierarchical ranking of feature importance, where 1 is very important and larger integers reflect decreasing importance. A value of 0 (zero) locks the feature to ensure that it is not moved. The hierarchy field must be present and named the same for all input feature classes.	String
out_displacement_features (Optional)	The output polygon features containing the degree and direction of road displacement, to be used by the Propagate Displacement tool to preserve spatial relationships.	Feature Class

Anexo 7 - PROPAGATE DISPLACEMENT

Summary

License Level: ☐ Basic ☐ Standard ☒ Advanced

Propagates the displacement resulting from road adjustment in the [Resolve Road Conflicts](#) and [Merge Divided Roads](#) tools to adjacent features to reestablish spatial relationships.

An optional output of both the [Resolve Road Conflicts](#) and [Merge Divided Roads](#) tools is a displacement feature class. Displacement features store the amount and direction of change from the initial state of the data before these tools are run. Displacement information can then be applied to nearby features from different themes to ensure that spatial relationships are retained using this tool. For example, if roadways are separated by the [Resolve Road Conflicts](#) tool, it is often necessary to shift adjacent buildings along the roads accordingly.

⚠ Caution: This tool does not produce output layers but instead alters the source feature classes of the input layers. If the input layers are drawn with a representation (whose editing behavior is set to store shape overrides), the modified features are stored as shape overrides in the representation. If the layer is not drawn with a representation, the geometry of the input features is modified. Using representations is recommended when working with the [conflict resolution tools](#). That way, if the results are not acceptable, or to rerun the tool with different parameters, simply remove the overrides using the [Remove Override](#) tool. It is strongly suggested that you make a copy of your input features if you are not using representations whose editing behavior is set to store shape overrides.
[Learn more about representations](#)

⚠ Caution: This tool will act cumulatively if run on the same dataset multiple times. In some cases, features may be moved further and further away from their original location, which may lead to unexpected and unwanted results.

Usage

- The location of input features are adjusted based on the vector displacements contained in the displacement features. Adjustments are a compromise of all displacements, such that large displacements that occurred near an input feature will have more influence than smaller displacements further away. Conceptually, this action is similar to a rubber-sheeting process that moves features in various directions by various amounts to fit them back to the spatial relationship that they originally had with the roads.
- This tool does not resolve graphic conflicts and in fact may introduce new conflicts. Topological errors that are introduced can be inspected using the [Detect Graphic Conflict](#) tool. If you are using this tool to propagate displacement to building features, consider running the [Resolve Building Conflicts](#) tool after propagation.
- This tool operates by assessing graphic conflicts of symbolized features. The symbology extent and the reference scale are considered in conjunction with one another. Run this tool only after you have finalized the appearance of your symbols and ensure that the reference scale corresponds to the final intended output scale.
- This tool operates on the displacement output generated by the [Resolve Road Conflicts](#) and [Merge Divided Roads](#) tools, which can be enabled to run by partitioning (using the [Cartographic Partitions](#) geoprocessing environment variable) when large datasets are processed. In this case, a single seamless displacement feature class will generated. Although this may be a very large feature class when generated with partitions, the information held within is not complex. This tool can manage the displacement polygons as inputs without using partitioning. See [Generalizing large datasets using partitions](#) for more information about processing large datasets.

Syntax

PropagateDisplacement_cartography (in_features, displacement_features, adjustment_style)

Parameter	Explanation	Data Type
in_features	The input feature layer containing features that may be in conflict. May be point, line, or polygon.	Feature Layer
displacement_features	The displacement polygon features created by the Resolve Road Conflicts or the Merge Divided Roads tools which contain the degree and direction of road displacement that took place. These polygons dictate the amount of displacement that will be propagated to the input features.	Feature Layer
adjustment_style	Defines the type of adjustment that will be used when displacing input features. <ul style="list-style-type: none"> AUTO —The tool will decide for each input feature whether a SOLID or an ELASTIC adjustment is most appropriate. In general, features with orthogonal shapes will have SOLID adjustment applied, while organically shaped features will have ELASTIC adjustment applied. This is the default. SOLID —The feature will be translated. All vertices will move the same distance and direction. Topological errors may be introduced. This option is most useful when input features have regular geometric shapes. ELASTIC —The vertices of the feature may be moved independently to best fit the feature to the road. 	String

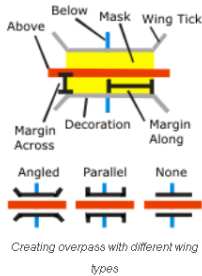
Anexo 8 - CREATE OVERPASS

Summary

License Level: ☐ Basic ☐ Standard ☒ Advanced

Allows intersecting lines to be displayed as overpassing one another by creating bridge parapets and masks to cover the underlying road segment.

Illustration



Usage

- Requires intersecting line features symbolized with stroke representations as inputs.
- The **Input Above Features With Representations** layer can be the same as the **Input Below Features With Representations** layer in the case of self-overlapping features. When Input Above and Input Below representations are the same, an SQL expression is required for further refinement of feature selection.
- This tool is identical to the [Create Underpass](#) tool except that the **where_clause** parameter selects from the **Input Above Features With Representations** parameter in this tool, and selects from the **Input Below Features With Representations** in the Create Underpass tool.

Syntax

CreateOverpass_cartography (in_above_features, in_below_features, margin_along, margin_across, out_overpass_feature_class, out_mask_relationship_class, {where_clause}, {out_decoration_feature_class}, {wing_type}, {wing_tick_length})

Parameter	Explanation	Data Type
in_above_features	The input line feature layer containing stroke representations that intersect—and will be symbolized as passing above—stroke representations in the Input Below Features.	Layer
in_below_features	The input line feature layer containing stroke representations that intersect—and will be symbolized as passing below—stroke representations in the Input Above Features. These features will be masked by the polygons created in the Output Overpass feature class.	Layer
margin_along	Sets the length of the mask polygons along the Input Above Features by specifying the distance in page units that the mask should extend beyond the width of the stroke symbol of the Input Below Features. The Margin Along must be specified, and it must be greater than or equal to zero. Choose a page unit (points, millimeters, and so on) for the margin; the default is points.	Linear unit
margin_across	Sets the width of the mask polygons across the Input Above Features by specifying the distance in page units that the mask should extend beyond the width of the stroke symbol of the Input Below Features. The Margin Across must be specified, and it must be greater than or equal to zero. Choose a page unit (points, millimeters, and so on) for the margin; the default is points.	Linear unit
out_overpass_feature_class	The output feature class that will be created to store polygons to mask the Input Below features.	Feature Class
out_mask_relationship_class	The output relationship class that will be created to store links between Overpass mask polygons and the stroke representations of the Input Below Features.	Relationship Class

where_clause (Optional)	<p>An SQL expression used to select a subset of features in the Input Above Features with Representations parameter.</p> <p>The syntax for the expression differs slightly depending on the data source. For example, if you're querying file or ArcSDE geodatabases, shapefiles, or coverages, enclose field names in double quotes:</p> <p><code>"MY_FIELD"</code></p> <p>If you're querying personal geodatabases, enclose fields in square brackets:</p> <p><code>[MY_FIELD]</code></p> <p>In the <i>Python</i> window, enclose the {where_clause} in parentheses to ensure the spaces (which are delimiters between parameters) are correctly interpreted.</p> <p>For more information on SQL syntax and how it differs between data sources, see the help topic SQL reference for query expressions used in ArcGIS.</p>	SQL Expression
out_decoration_feature_class (Optional)	The output line feature class that will be created to store parapet features.	Feature Class
wing_type (Optional)	<p>Specifies the wing style of the parapet features.</p> <ul style="list-style-type: none"> • ANGLED —Specifies that the wing tick of the parapet will be angled between the Input Above Features and the Input Below Features. This is the default. • PARALLEL —Specifies that the wing tick of the overpass wing will be parallel to the Input Below Features. • NONE —Specifies that no wing ticks will be created on the parapets. 	String
wing_tick_length (Optional)	<p>Sets the length of the parapet wings in page units. The length must be greater than or equal to zero; the default length is 1. Choose a page unit (Points, Millimeters, and so on) for the length; the default is Points. This parameter does not apply to the Wing Type - NONE.</p>	Linear unit

Anexo 9 - BASE DE DADOS DISPONIBILIZADA PELA INFOPORTUGAL

1- STREETS NETWORK

This theme contains the topologic transportation elements and attributes required for address geocode operations. This layer includes vehicular segmentation.

Table 1: STREETS table – Geometric with Basic Attributes.

FIELD NAME	FIELD DESCRIPTION	FIELD TYPE	FIELD LENGTH
ID	Single feature identification.	TEXT	15
MUNIC	Municipality name.	TEXT	30
NAME	Street name.	TEXT	200
CLASSIF	Functional road classification (1 = highest... 8 = lowest)	TEXT	2
POF	Special structures (0 = Not applicable, 1 = Overpass, 2 = underpass, 3 = Tunnel, 4 = Bridge).	TEXT	2
FOW	Form of way (0 = Not applicable 1 = roundabout, 2 = sliproad, 3 = service area, 4 = private road, 5 = park, 6 = Stairs, 7 = ferry-boat)	TEXT	2
ROUTENUM	Route number.	TEXT	12
PRENM	Street name prefix.	TEXT	20
CONJNM	Conjunctions.	TEXT	5
DESIGNM	Street name body.	TEXT	100
ALTERNM	Alternative street name.	TEXT	100
L_ADMINCD	Left lowest administrative area code.	TEXT	6
VERSION	Map version	TEXT	20

2- SETTLEMENTS

This theme represents the settlements centre.

Table 16: SETTLEMENTS Table – Geometric with Basic Attributes.

FIELD NAME	FIELD DESCRIPTION	FIELD TYPE	FIELD LENGTH
SETTLEMID	Single feature identification.	TEXT	20
ADMINCD	Lowest administrative area code.	TEXT	6
URBANCLASS	Urban classification (1 = Village, 2 = Town, 3 = City, <<null>> = Not specified)	TEXT	2
VILLAGE	Village/Town name.	TEXT	254
CITY	City name.	TEXT	254
DISPCLASS	Settlement display classification (1 = highest... 8 = lowest).	TEXT	2
NAME	Settlement name.	TEXT	254
LOCAL_C	Lowest administrative area name.	TEXT	254
MUNIC	Municipality name.	TEXT	254
DISTRICT	District name.	TEXT	254
LOCALITY	Locality name.	TEXT	254
PC	Postal code.	TEXT	4
ADMINCLASS	Administrative classification ("SD" = District, "SC" = Municipality, "SF" = Local council, "POV" and "POVI" = No administrative classification).	TEXT	4
COUNTRY	Country name.	TEXT	50

3- WATER AREAS

This theme represents de water areas.

Table 9: W_AREAS Table – Geometric with Basic Attributes.

FIELD NAME	FIELD DESCRIPTION	FIELD TYPE	FIELD LENGTH
ID	Single feature identification.	TEXT	10
POI_ID	Point of interest identification.	TEXT	20
NAME	Water area name.	TEXT	254
DISPCCLASS	Water display classification (1 = highest... 5 = lowest)	TEXT	2
TYPE	Water element type (1 = Oceans and seas, 2 = Lakes, 3 = Important rivers, 4 = Other rivers,5 = Dam, 6 = Stream, 9 = Others)	TEXT	2

4- GREEN AREAS

This theme represents the public gardens/urban green areas.

Table 10: GREEN_AREAS Table – Geometric with Basic Attributes.

FIELD NAME	FIELD DESCRIPTION	FIELD TYPE	FIELD LENGTH
ID	Single feature identification.	TEXT	20
POI_ID	Point of interest identification.	TEXT	20
TYPE	Green area type (1000 = Others, 1001 = Park, 1002 = Garden, 1003 = Botanical garden, 1004 = Panoramic view).	TEXT	4
NAME	Green area name.	TEXT	254
AREA	Area Surface Measure (square meters).	DOUBLE	8

5- RAILWAYS

This theme represents the Portuguese railway information.

Table 21: RAIL_WAYS Table – Geometric with Basic Attributes.

FIELD NAME	FIELD DESCRIPTION	FIELD TYPE	FIELD LENGTH
ID	Single feature identification.	TEXT	5
COD_DESIGN	Line designation code.	TEXT	5
DESIGN	Line designation.	TEXT	254
STATUS	Railway status (1 = Operating. Allows passenger trains and freight, 2 = Operating. Allows only passenger trains, 3 = Operating. Allows only freight trains, 4 = No operation, 5 = Circulation interrupted, 6 = Under construction, 7 = In the project).	TEXT	1

6- DISTRICT AREAS

This theme represents the major administrative class areas.

Table 19: DISTRICT Table – Geometric with Basic Attributes.

FIELD NAME	FIELD DESCRIPTION	FIELD TYPE	FIELD LENGTH
ID	Single feature identification.	TEXT	5
DD	District administrative area code.	TEXT	2
NAME	District name.	TEXT	254
COUNTRY	Country name.	TEXT	50

Anexo 10 - PLACEMENT PROPERTIES - HIDROGRAFIA


Placement Properties - Oceanos

Label Position


General

Regular Placement

Options...


 Curved within the polygon

Fitting Strategy


 ☒ Overrun feature

Options...

Label Density

 ☒ Remove duplicates

Options...

 Label Buffer (% font height): 10 ☐ Hard constraint


Placement Properties - Outros

Label Position


General

Regular Placement


Options...

 Horizontal within the polygon

Fitting Strategy


 ☒ Stack label

Options...

 ☒ Overrun feature

Options...

Conflict Resolution

 ☒ Background label (placed first)


Placement Properties - Outros Rios


Label Position

General


Regular Placement

Options...

 Curved within the polygon


 ☒ Spread words

Options...

 ☒ Spread characters


Options...

Fitting Strategy


 ☒ Overrun feature

Options...


Label Density


 ☒ Remove duplicates

Options...

 Label Buffer (% font height): 10 ☐ Hard constraint

Conflict Resolution

 ☒ Background label (placed first)

 ☒ Never remove (place overlapping)


Placement Properties - Ribeiros (as)


Label Position

General


Regular Placement

Options...

 Curved within the polygon


 ☒ Spread words

Options...


 ☒ Spread characters

Options...

Fitting Strategy


 ☒ Overrun feature

Options...


 ☒ Abbreviate label

Options...


Label Density

 ☒ Remove duplicates

Options...

 Label Buffer (% font height): 10 ☐ Hard constraint

Conflict Resolution

 ☒ Background label (placed first)